

Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC

Carolina Castaldi y Giovanni Dosi***

RESUMEN

Este ensayo discute la relación entre las pautas de cambio tecnológico y el desarrollo económico desde una perspectiva evolutiva. Aquí sostenemos que las modalidades y el ritmo de tales dinámicas conjuntas están sumamente influidas por el surgimiento de nuevos paradigmas o regímenes tecnoeconómicos. Las TIC son las impulsoras del paradigma actual, el cual, nos proponemos mostrar, está todavía en un estadio de difusión incipiente, particularmente en los países en desarrollo. A partir de la evidencia histórica, argumentamos que la aproximación de los países en desarrollo depende decisivamente de su capacidad para dominar la tecnología inherente al paradigma tecnoeconómico dominante. Más adelante discutimos las amenazas y las oportunidades relativas a una posible ruta de desarrollo con base en las TIC.

Palabras clave: Cambio tecnológico, crecimiento económico, TIC (tecnologías de la información y comunicación).

Clasificación JEL: O3, O33, O4

ABSTRACT

This paper discusses the link between patterns of technological change and economic development taking an evolutionary perspective. We argue that the modes and timing of such coupled dynamics are deeply influenced by the emergence of new techno-economic paradigms or regimes. ICT are the drivers of the current paradigm, which, we show, is still at an early stage of diffusion, particularly for developing countries.

Building from historical evidence, we argue that catching up of developing countries critically depends on their ability to master the technology behind the dominant techno-economic paradigm. We then discuss threats and opportunities related to a possible ICT based development path.

Key words: Technical change, Economic Growth, ICT.

Clasificación JEL: O3, O33, O4

* Doctora en economía por la Escuela Santa Ana de Estudios Avanzados de Pisa, Italia, trabaja en la Universidad de Utrecht, Países Bajos. Forma parte del Centro de Crecimiento y Desarrollo de la Universidad de Groningen.

** Doctor en economía por la Universidad de Sussex. Codirector del Departamento de Propiedad Intelectual en la Universidad de Columbia, y profesor visitante en la Universidad de Manchester y profesor de la Escuela de Santa Ana de Estudios Avanzados de Pisa, Italia.

INTRODUCCIÓN

El propósito original de esta contribución parte de cuestionar, desde una perspectiva evolutiva definida ampliamente, ¿cuáles son los efectos probables de la actual “revolución TIC” en el crecimiento en general y en las oportunidades y limitaciones al desarrollo en particular? Al reflexionar acerca de eso, consideramos útil retroceder algunos pasos con el fin de ofrecer algunas pistas intuitivas sobre posibles respuestas. Por tanto, en lo que sigue empezamos por abordar dos grandes cuestiones preliminares, a saber:

Primera, ¿cuál es la interpretación “evolutiva” distintiva de los procesos de innovación y difusión tecnológica en su relación con el crecimiento económico? Y, segunda, ¿cuáles son las pautas históricas de cambio tecnológico y sus relaciones aparentes con el crecimiento económico?

Sólo después de haber establecido este fundamento, abordaremos la cuestión original y ofreceremos algunos elementos de prueba y conjeturas sobre las particularidades de un posible régimen de crecimiento con base en las TIC y sus implicaciones para el desarrollo.

I. UN RESUMEN DE LOS RESULTADOS DERIVADOS DE LOS ESFUERZOS ENCAMINADOS A ABRIR LA “CAJA NEGRA” DE LAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS

Una gran parte de la bibliografía de inspiración evolutiva sobre economía de la innovación y el cambio técnico realmente ha contribuido mucho, en años recientes, a nuestra comprensión de lo que se encuentra dentro de la “caja negra de la tecnología” (*Dentro de la caja negra* es también el título del influyente libro de uno de los pioneros de la nueva disciplina de la economía de la innovación y el cambio tecnológico, Nathan Rosenberg, 1982.) Esta expresión se halla también en *¿Qué hay dentro de esa “caja negra”?*

1. *Las propiedades del aprendizaje tecnológico*

Sumariamente se encuentran cuerpos de conocimiento muy bien estructurados que, en otros lugares algunos han denominado paradigmas tecnológicos. Como se discute con más amplitud en Dosi (1982 y 1988) y Dosi, Orenigo y Sylos Labini (2005), cada paradigma implica bases de conocimiento asentadas en ciertos principios fisicoquímicos, e implica igualmente pautas específicas de solución de

ciertos problemas y reglas encaminadas al perfeccionamiento y la acumulación de nuevo conocimiento. Ejemplos de paradigmas tecnológicos abarcan el motor de combustión interna, la química sintética basada en el petróleo y la microelectrónica de los semiconductores, entre muchos otros. De hecho, una mirada más minuciosa a los modelos de cambio tecnológico indica la existencia de “paradigmas” con diferentes niveles de generalidad en la mayoría de las actividades industriales.

A su vez, la realización progresiva de oportunidades de innovación de productos y procesos, asociada con cada paradigma, tiende a avanzar a lo largo de trayectorias tecnológicas relativamente ordenadas. Permítasenos recordar algunas propiedades de dichas trayectorias, las cuales nos serán de utilidad en lo que resta del ensayo.

Primera: cada cuerpo de conocimientos particular (es decir, cada paradigma) modela y constriñe las tasas y la dirección del cambio tecnológico, independientemente de los incentivos del mercado (incluyendo variaciones sutiles en pautas de demanda y precios relativos).

Segunda: en consecuencia deberíamos poder observar regularidades e invarianzas en las pautas de cambio tecnológico, las cuales se mantienen bajo diferentes condiciones de mercado (por ejemplo, bajo diferentes precios relativos) y cuya interrupción se asocia con cambios radicales en los fundamentos del conocimiento (es decir, los paradigmas).

Tercera: el cambio tecnológico es impelido parcialmente al hacer frente, en repetidas ocasiones, a desequilibrios tecnológicos que él mismo produce.

Una propiedad general, reconocida ampliamente hoy por hoy en la bibliografía de la innovación, es que el aprendizaje es local y acumulativo. “Local” significa que es probable que la exploración y el desarrollo de nuevas técnicas ocurran en la vecindad de tecnologías en uso. “Acumulativo” significa que los desarrollos tecnológicos actuales —por lo menos en el nivel de unidades de negocio individuales— se construyen a menudo sobre experiencias de producción e innovación del pasado, y avanzan por coyunturas de resolución de problemas específicos (Vicenti, 1990). Evidentemente, lo anterior se complementa muy bien con las ideas del conocimiento paradigmático y las trayectorias subsiguientes. Sin embargo, una implicación decisiva es que, en cualquier momento, los agentes implicados en una actividad de producción particular se enfrentan a un campo de acción relativamente pequeño para la sustitución de técnicas, si por tal queremos decir la fácil accesibilidad a esquemas generales, diferentes de aquellos que realmente se emplean, los cuales podrían ser puestos en operación efí-

cientemente, de acuerdo con los precios relativos de los insumos (por el contrario, los intentos de sustitución interfatorial son realmente indistinguibles de los esfuerzos para innovar).

Una teoría de la tecnología y de la producción basada en los paradigmas hace posible las siguientes predicciones:

- a) En general, en cualquier momento existen una o algunas pocas técnicas de mejor práctica que dominan sobre las demás, independientemente de los precios relativos.
- b) Diferentes agentes se caracterizan por diversas técnicas y productos (mejores o peores) persistentes.
- c) Con el tiempo, la dinámica agregada observada de coeficientes técnicos en cada actividad particular es el resultado conjunto del proceso de imitación/difusión de las mejores prácticas; de la búsqueda de nuevas técnicas y de la selección de mercados entre agentes heterogéneos.

Al mismo tiempo, es de notar que en el enfoque evolutivo del cambio económico las empresas son depósitos decisivos de conocimiento —aunque no de manera exclusiva—, arraigados en rutinas operativas y capacidades organizacionales (de hecho, se ha abierto todo un campo de bibliografía sobre esta orientación). Por tanto, el cambio técnico y el cambio organizacional están sumamente entrelazados: tecnologías, estructuras organizacionales y comportamientos tienden a coevolucionar.

Una gran parte de la interpretación evolutiva del cambio tecnológico reconoce también que los microprocesos de cambio tecnológico y organizacional están arraigados en estructuras institucionales más amplias en los niveles nacional y/o regional. En la interpretación histórica de Freeman (1955), las instituciones nacionales han influido poderosamente en las tasas relativas de cambio tecnológico de diferentes países. La noción de “sistemas nacionales de innovación” ha subrayado la importancia del contexto institucional nacional, motivando a los actores económicos y configurando incentivos para la innovación (Lundvall, 1992; Nelson, 1993). El aprendizaje tecnológico es destacadamente un proceso “interactivo” en el que las relaciones entre diferentes participantes en el proceso de innovación (proveedores, productores, usuarios, universidades) pueden verse afectadas por las estructuras institucionales existentes. La bibliografía al respecto también ha hecho hincapié en la permanente variedad institucional de los países, con diferentes marcos institucionales y políticas nacionales, coexistentes en

todo el mundo. En lo regional, la naturaleza local del aprendizaje tecnológico implica que el desempeño innovador de una región estará muy influido por las características de las redes locales de producción en términos de, por ejemplo, la medida de las externalidades del conocimiento y el nivel de confianza mutua. De acuerdo con las aseveraciones de Freeman (1995), argumentaremos también en diferentes momentos de este ensayo que los sistemas nacionales de innovación y producción se tornan incluso más importantes en un mundo globalizado, donde los países desean convertirse en centros atractivos dentro de las redes globales de producción y comercio.

2. La ruta evolutiva del aprendizaje tecnológico en el desarrollo económico

Dada la representación evolutiva del aprendizaje tecnológico esbozada en la sección precedente, ¿cuáles son las implicaciones en términos de la distribución internacional de las capacidades tecnológicas y de las pautas de desarrollo económico? (para una discusión más extensa, véase Cimoli y Dosi, 1995).

Primera: las interpretaciones evolutivas se adecuan a la observación de asimetrías persistentes en los procesos de producción que los distintos países son capaces de dominar (desde luego, esto aparece también en términos de diferentes niveles de eficiencia de los insumos: véase Dosi, Pavitt y Soete, 1990). Por tanto, es posible establecer dos grandes conjeturas comprobables: *i*) los países pueden ser clasificados inequívocamente de acuerdo con la eficiencia promedio de sus técnicas de producción y, en el área del producto, por las características del desempeño de su producción (precio-ponderado), independientemente de los precios relativos, y *ii*) la ausencia de cualquier relación significativa entre estas brechas y las diferencias internacionales en los coeficientes capital/producto. También se aplican diferencias amplias para las capacidades de desarrollo de nuevos productos y para los diferentes desfases de tiempo en producirlos, después de que han sido introducidos en la economía mundial. Efectivamente, la distribución internacional de capacidades innovadoras respecto a nuevos productos es al menos tan desigual como aquella respecto a los procesos de producción.

Segunda: los procesos de desarrollo e industrialización están estrechamente ligados con la difusión inter e intranacional de técnicas “superiores”. De manera conexa, como ya se mencionó, es probable que en cualquier momento haya sólo una o, a lo sumo muy pocas técnicas productivas de “mejor práctica” que correspondan a la frontera tecnológica. En el caso de las economías en desarrollo, el proceso de industrialización está así estrechamente vinculado con el

préstamo, la imitación y la adaptación de tecnologías establecidas y, al mismo tiempo, con la adopción y difusión de nuevas formas organizacionales en las economías más avanzadas. Este proceso de adopción y adaptación de tecnologías es influido, a su vez, por las capacidades específicas de cada tecnología. En este contexto, proponemos que las microteorías evolutivas son muy apropiadas para explicar los procesos por los cuales las brechas tecnológicas y las diversidades institucionales nacionales pueden autorreproducirse colectivamente en períodos muy largos. De manera inversa, en otras circunstancias podría ser precisamente esta diversidad institucional y tecnológica entre países lo que puede fomentar el alcance (*catching-up*) (y, rara vez el *leap-frogging*) de las capacidades innovadoras y los ingresos *per capita*.

Reiteramos, las teorías evolutivas se sintonizan bien con las predicciones de brechas tecnológicas persistentes entre empresas y entre países, y brechas de ingreso igualmente persistentes. Pero, ¿cuáles son las evidencias de largo plazo a este respecto?

II. LA DISTRIBUCIÓN DE LARGO PLAZO EN LA BÚSQUEDA INNOVADORA/IMITATIVA PARA NUEVAS TECNOLOGÍAS Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

El fenómeno básico por el cual empezar es, efectivamente, la muy sesgada distribución internacional de las actividades innovadoras surgida desde la Revolución Industrial (Dosi, Pavitt y Soete, 1990), empezando desde condiciones previas bastante homogéneas, al menos entre Europa, China y el mundo árabe (Cipolla, 1965). Es verdad que la capacidad de innovación tecnológica es difícil de medir, pero independientemente del acercamiento elegido, la imagen que surge es la de un pequeño grupo de países con una alta concentración de actividades innovadoras. En el cuadro 1 presentamos un panorama de las patentes registradas en los Estados Unidos.

En efecto, el club de los principales innovadores ha sido muy pequeño a lo largo de aproximadamente dos siglos y medio desde la industrialización inglesa, tanto por lo restrictivo de la admisión como por el ritmo de cambio lento en las jerarquías relativas (con Japón como el único integrante adicional importante en el siglo XX, y Corea y Taiwán de reciente ingreso).

Al mismo tiempo, desde la Revolución Industrial se observa la explosión de pautas de ingreso divergentes, empezando por niveles *per capita* preindustriales muy similares. El cuadro 2 presenta estimaciones que muestran que,

**Cuadro 1. Concesión de patentes en los Estados Unidos,
por país del solicitante y por año**
(Porcentaje de beneficiarios no estadounidenses)

		1883	1900	1929	1958	1973	1986	1995	2004
OCDE	Australia	1.11	233	1.96	0.60	0.89	1.14	1.00	1.19
	Austria	2.62	3.36	24.7	1.12	1.05	1.09	0.74	0.67
	Bélgica	1.59	1.35	1.30	1.14	1.25	0.74	0.87	0.76
	Canadá	19.94	10.54	10.25	7.99	5.95	4.01	4.61	4.22
	Dinamarca	0.56	0.46	0.71	0.74	0.68	0.56	0.44	0.52
	Francia	14.22	9.79	9.76	10.36	9.47	7.24	6.18	4.22
	Alemania	18.67	30.72	32.36	25.60	24.68	20.94	14.45	13.47
	Italia	0.24	0.92	1.19	3.02	3.35	3.04	2.36	1.98
	Japón	0.16	0.03	1.40	1.93	21.82	40.35	47.64	44.18
	Países Bajos	0.24	0.75	1.57	5.71	3.03	2.21	1.75	1.59
	Noruega	0.32	0.49	0.71	0.61	0.37	0.25	0.28	0.30
	Suecia	0.95	1.32	3.19	4.64	3.37	2.70	1.76	1.61
	Suiza	1.75	2.27	4.46	8.80	5.86	3.70	2.31	1.60
	Reino Unido	34.55	30.52	22.23	23.45	12.61	7.35	5.43	4.31
NIC:	Israel					0.37	0.58	0.84	1.28
	Singapur					0.03	0.01	0.12	0.56
	Taiwán					0.00	0.64	3.55	7.42
	Corea del Sur					0.02	0.14	2.54	5.53
	Hong Kong					0.07	0.09	0.19	0.39
	India					0.09	0.05	0.08	0.45
	China					0.04	0.03	0.14	0.50
América Latina	Argentina					0.12	0.05	0.07	0.06
	Brasil					0.08	0.08	0.14	0.13
	México					0.19	0.11	0.09	0.11
	Venezuela					0.03	0.06	0.06	0.02

Fuente: elaborado a partir de datos de la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (USPTO, por sus siglas en inglés).

antes de la Revolución Industrial, la brecha de ingreso entre la región más pobre y la más rica era probablemente del orden de 1 a 2 solamente. De manera inversa, la tendencia dominante después de la Revolución Industrial es de creciente diferenciación y de divergencia general entre los países. Aun en el periodo posterior a la segunda Guerra Mundial, considerado comúnmente como una era de uniformidad en aumento, la hipótesis de la convergencia global, es decir, la convergencia de la población total de los países hacia niveles de ingreso cada vez más similares, no encuentra soporte en la evidencia (DeLong, 1988; Easterly *et al.*, 1992; Verspagen, 1991; Soete y Verspagen, 1993; Durlauf y Jonson, 1992; Qua, 1996, y Castaldi y Dosi, 2007, entre otros). Además, con el tiempo se ha acelerado el proceso de divergencia de los ingresos. Clark y Feenestra (2003), sostienen que: “Los ingresos *per capita* en el mundo divergían aparentemente mucho más en 1910 que en 1800, y más en 1990 que en 1910 —esto a pesar de la vasta bibliografía sobre crecimiento exógeno que ha subrayado la convergencia de las economías o, para ser más precisos, la “convergencia condicional” (*op. cit.*, p. 277).

En efecto, es posible encontrar cierta evidencia, aunque no abrumadora, de convergencia local, es decir, convergencia dentro de subconjuntos de países agrupados de acuerdo con ciertas características iniciales, tales como niveles de

Cuadro 2. *Estimados de tendencias del ingreso mundial: PIB per capita de regiones, respecto a los Estados Unidos y descendientes occidentales**

Regiones	1700	1820	1870	1913	1950	1973	2001
Europa Occidental	210	100	81	66	49	71	71
Europa del Este	127	57	39	32	23	31	22
Ex Unión Soviética	128	57	35J	28	31	37	17
EUA y otros descendientes occidentales	100	100	100	100	100	100	100
América Latina	111	58	28	28	27	28	22
Japón	120	56	30	27	21	71	77
Asia (excluye a Japón)	120	48	23	13	7	8	12
África	88	35	21	12	10	9	6
Resto del mundo	129	55	36	29	23	25	22

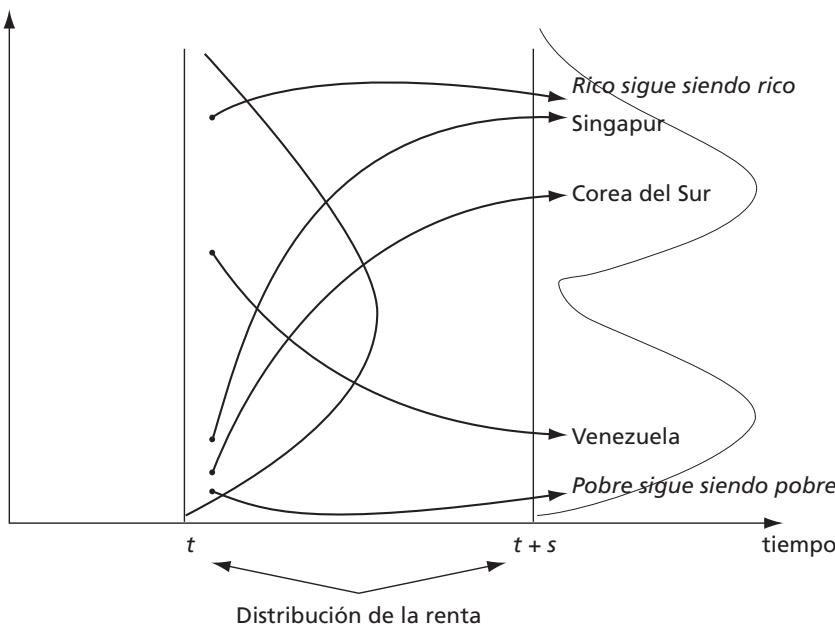
* Descendientes occidentales: Australia, Canadá, Nueva Zelanda y los Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia, en PIB *per capita*, en millones de dólares internacionales de 1990; de 1700 a 2001 elaborado por Maddison (2001).

ingreso (Durlauf y Jonson, 1992) o ubicaciones geográficas. Los patrones tradicionales se ilustran intuitivamente en la gráfica 1, tomada de Durlauf y Quah (1998), y muestran la apariencia de una distribución de doble pico de los países, con bajas probabilidades de transición (aunque positivas, de los clubes “pobres” a los “ricos”, y viceversa).

Gráfica 1. *Distribuciones de ingreso en evolución, entre países (Durlauf y Quah, 1998)*

Niveles de renta



La bimodalidad alude a una separación de las tendencias entre países pobres y ricos, caracterizada por niveles de ingreso marcadamente diferentes. Al mismo tiempo, la otra parte de la historia, como se discute con más detalle en Quah (1997), es que el mismo perfil de una distribución dada puede ocultar dinámicas muy diferentes de intradistribución. ¿Estamos ante el caso de que los países pobres han estado convergiendo hacia un nivel común de ingreso y los países ricos hacia su propio nivel promedio de alto ingreso?, ¿o los dos modos son también el resultado de cambios en la clasificación entre los países pobres y los ricos? La cuestión que está en juego es el peso respectivo de la persistencia y la movilidad de los países dentro de la distribución. Quah (1997) encuentra evidencia de que el periodo 1960-1988 se caracterizó por una alta persistencia de

clasificaciones relativas, a pesar de algunas excepciones importantes. Los principales sucesos que contribuyeron a la movilidad fueron los “milagros de crecimiento” de países como Hong Kong, Singapur, Japón, Corea y Taiwán, y los “desastres de crecimiento”, que incluyen a algunos países del África subsahariana, pero también a Venezuela, que estuvo entre los primeros países ricos en 1960 y cayó estrepitosamente al club de los países “pobres”.

La evidencia reciente sobre la distribución mundial del ingreso ha mostrado que las mediciones de desigualdad de la población ponderada han disminuido en las pasadas dos décadas, debido principalmente a China e India (véase la discusión en Bourguignon *et al.*, 2004). En tanto el hallazgo suministra indudablemente evidencia para la hipótesis de convergencia, no arroja luz sobre los cada vez más frecuentes episodios de “marginalización” (*cf.* Melchior y Telle, 2001). Autores como Dowrick y DeLong (2003) coinciden en que existe convergencia entre las economías de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y también dentro de un grupo más amplio que incluye a las economías del Este asiático y, después de 1980, también a India y China. “Sin embargo, estos episodios de crecimiento económico y convergencia exitosos han tenido un contrapeso por muchas economías que perdieron su membresía del club de la convergencia” (*op. cit.*, p. 193).

Al mismo tiempo, dentro del grupo parecen ser muy persistentes las diferencias en los resultados de crecimiento. Se observan, asimismo, brechas amplias, y en algunos casos crecientes, de productividad respecto a la frontera tecnológica, como en ciertos países de América Latina. (Para estimados de productividad laboral respecto a los Estados Unidos *cf.* el cuadro 3.) Como se discutió también en Van Ark y McGuckin (1990), toda la evidencia disponible confirma una dispersión persistente en las mediciones de la desigualdad. Más específicamente, mientras los países del área de la OCDE parecen haberse acercado en promedio al punto de referencia que son los Estados Unidos, no puede decirse lo mismo para el resto del mundo.

Una cuestión delicada pero decisiva se refiere a la relación entre pautas de cambio tecnológico y pautas de crecimiento económico. Desde luego, el aprendizaje tecnológico involucra mucho más elementos que simplemente descubrimiento innovador y patentes. Actividades igualmente importantes son la imitación, la ingeniería inversa y la adopción de innovaciones de capital incorporado, aprender haciendo y aprender usando (Freeman, 1982, Dosi, 1998, Patel y Pavitt, 1994). Por otra parte, el cambio tecnológico frecuentemente va acompañado de la innovación organizacional. Con todo, es importante notar la exis-

Cuadro 3. Productividad laboral respecto a los Estados Unidos
 (PIB real en dólares internacionales de 1990 por persona empleada)

		1870	1913	1950	1973	1990	1998	2004
OCDE	Austria	60.6	56.4	31.4	61.4	75.5	76.4	75.2
	Australia	153.2	106.4	74.2	71.7	75.7	81.1	77.3
	Bélgica	96.1	71.9	58.2	75.5	91.3	89.6	85.3
	Canadá	75.7	86.9	85.1	85.8	82.9	80.9	76.7
	Dinamarca	69.0	68.6	59.6	66.5	73.3	76.1	73.0
	Finlandia	38.1	36.2	34.1	53.5	69.4	75.9	74.0
	Francia	60.6	56.0	46.3	76.4	92.0	90.7	85.5
	Alemania	66.0	58.7	42.9	72.2	71.1	73.7	70.6
	Irlanda			35.0	47.9	73.9	82.3	87.6
	Italia	45.4	40.6	40.8	69.5	83.9	82.7	72.5
	Japón	20.3	20.9	18.7	56.9	76.1	71.8	69.2
	Países Bajos	107.8	80.4	67.1	82.4	82.8	76.8	68.7
	Noruega	52.7	46.7	51.8	63.9	78.1	84.7	83.7
	España		45.0	22.2	50.0	75.5	73.6	62.4
	Suecia	53.9	50.2	57.4	68.2	68.7	75.2	74.1
	Suiza	68.3	65.0	75.5	82.4	75.2	69.4	63.5
	Reino Unido	113.9	84.8	65.2	65.6	72.4	75.4	73.6
	EUA	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
América Latina	Argentina			52.4	52.9	35.9	45.2	35.5
	Brasil			23.0	27.9	26.0	27.0	24.1
	Chile			48.2	40.3	38.9	47.6	44.6
	Colombia			28.5	29.3	28.5	27.5	23.8
	México			34.1	45.9	36.1	31.7	29.0
	Perú			27.5	31.2	17.6	17.8	16.5
	Venezuela			97.7	92.4	53.4	46.0	37.2
NIC:	Israel				61.2	65.3	64.9	55.2
	Hong Kong			87.0	43.3	75.4	78.3	85.3
	Singapur				39.5	57.7	74.5	77.4
	Corea del Sur			10.7	21.3	42.3	51.0	56.5
	Taiwán			10.9	28.7	49.6	64.2	66.5
	India			5.8	6.1	7.1	8.6	9.5
	China			5.5	4.8	6.7	9.3	13.0

Fuente: *Total Economy Database*, GGDC (2006); los valores históricos (en cursivas) fueron tomados de Maddison (2001).

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre niveles de actividad innovadora y PIB per capita, en países de la OCDE

Correlación de PIB per capita con:		
Año	Patentes en EUA per capita	ID per capita
1890	0.20	
1913	0.38	
1929	0.56*	
1950	0.63*	
1963	0.73**	0.79**
1967	0.72**	0.69**
1971	0.74**	0.71**
1977	0.88**	0.61**
1981	0.65**	0.62**
1985	0.61**	0.49*
1991	0.63**	0.68**
1996	0.50*	0.62**
2003	0.35	0.36

* Significativa en el nivel de 5%.

** Significativa en el nivel de 1%.

Fuente: Hasta 1977, Pavitt y Soete (1981); para los últimos años, estimaciones propias.

tencia de vínculos significativos entre las actividades innovadoras (medidas en un sentido bastante estrecho, es decir, en términos de patentes y actividades de investigación y desarrollo, en adelante ID) y el PIB *per capita* (por el momento eludiremos cualquier argumentación detallada sobre la dirección de la causalidad), los cuales, sin embargo, tienden a cambiar en diferentes períodos históricos.

Como se discute en Dosi, Freeman y Fabiani (1994), la evidencia relativa a países miembros de la OCDE indica aparentemente que la relación entre actividades innovadoras y niveles del PIB se ha vuelto más estrecha con el paso del tiempo y es sumamente significativa después de la segunda Guerra Mundial (véase cuadro 4). Además, el dinamismo innovador, medido por el incremento del registro de patentes de diferentes países en los Estados Unidos, siempre aparece positivamente correlacionado con el incremento del PIB *per capita*, aun si la relación es muy notoria y específica del periodo (véanse los resultados de los cuadros 5 y 6).¹

La relación es particularmente fuerte entre 1913 y 1970. Inversamente, una señal de que el régimen de crecimiento internacional pudo haber cambiado en la década de los años setenta es que en este periodo la relación se debilitó y perdió importancia estadística. La relación se fortaleció nuevamente en la década de los ochenta, perdió otra vez importancia en la década de los noventa y la recuperó en el periodo más reciente. Desde nuestra perspectiva, esto es evidencia circunstancial de una dinámica turbulenta e incierta en las “políticas económicas” de diferentes países que regulan la dinámica conjunta entre aprendizaje tecnológico, generación de demanda y crecimiento.

En general, al menos desde la segunda Guerra Mundial, al parecer las tasas de crecimiento del PIB se correlacionan estrechamente con: *i*) las actividades innovadoras domésticas; *ii*) las tasas de inversión en bienes de capital, y *iii*) la difusión tecnológica internacional (DeLong, 1988; Soete y Verspagen, 1993; Meliciani, 2001; Laursen, 2000, entre otros). En particular, Fagerberg (1988) encuentra una correlación estrecha entre el nivel de “desarrollo económico”, en términos del PIB *per capita*, y el nivel de “desarrollo tecnológico”, medido con el

¹ Los cuadros 4 y 5 fueron tomados de Pavitt y Soete (1981) para los años que llegan hasta 1977. Su muestra original incluía 14 países miembros de la OCDE. Los resultados para los años más recientes, en los cuadros 4 y 6, se obtienen de una muestra actualizada de 21 países miembros de la OCDE (Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Corea, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, España, Suecia, Suiza y el Reino Unido). Nuestra elaboración se basa en datos de la OCDE (PIB real, población y gasto en ID del sector empresarial) y de la USPTO (series históricas de patentes otorgadas).

Cuadro 5. *Coeficientes de correlación entre la actividad innovadora y la producción total, en 14 países de la OCDE, 1890 a 1977.*

	Crecimiento del PIB (g)	Crecimiento del PIB per capita (y)	Patentes en EUA per capita, t = 1 (PT)	Patentes en EUA per capita (pt)	PIB per capita t = 1 (Y)
1890-1913					
g	1.00	0.60*	0.60*	-0.22	-0.18
y		1.00	0.20	0.05	-0.66**
PT			1.00	-0.61*	0.22
pt				1.00	-0.67**
Y					1.00
1913-1929					
g	1.00	0.76*	-0.12	0.66**	-0.41
y		1.00	-1.21	0.67**	-0.62*
PT			1.00	-0.55*	0.38
pt				1.00	-0.43
Y					1.00
1929-1950					
g	1.00	0.82*	0.31	0.66**	0.37
y		1.00	0.41	0.58*	0.40
PT			1.00	0.22	0.56**
pt				1.00	0.67**
Y					1.00
1950-1970					
g	1.00	0.75**	0.38	0.89**	-0.76**
y		1.00	0.40	0.71*	-0.76*
PT			1.00	-0.48	0.63*
pt				1.00	-0.84*
Y					1.00
1970-1977					
g	1.00	0.91**	-0.67**	0.29	-0.47
y		1.00	-0.60*	0.16	-0.48
PT			1.00	-0.28	0.66**
pt				1.00	-0.16
Y					1.00

* Significativa en el nivel de 5%.

** Significativa en el nivel de 1%.

Fuente: Pavitt y Soete (1981).

Cuadro 6. Coeficientes de correlación entre la actividad innovadora y la producción total, en 21 países de la OCDE, de 1970 a 2003

	Crecimiento del PIB (g) 1	Crecimiento del PIB per capita (y) 2	Patentes en EUA per capita, t = 1 (PT) 3	Patentes en EUA per capita (pt) 4	PIB per capita t = 1 (Y) 5
1970-1977					
g	1.00	0.88**	-0.60**	0.37	-0.87**
y		1.00	-0.49	0.18	-0.70**
PT			1.00	-0.21	0.73**
pt				1.00	-0.14
Y					1.00
1977-1984					
g	1.00	0.88*	-0.36	0.78*	-0.76**
y		1.00	-0.25	0.82*	-0.54**
PT			1.00	-0.26	0.64**
pt				1.00	-0.63**
Y					1.00
1984-1991					
g	1.00	0.96**	-0.15	0.94*	0.94**
y		1.00	-0.13	0.89*	-0.49*
PT			1.00	-0.24	0.61**
pt				1.00	-0.58**
Y					1.00
1991-1998					
g	1.00	0.96**	-0.48*	0.37	-0.34
y		1.00	-0.46*	0.30	-0.25
PT			1.00	0.27	0.63*
pt				1.00	-0.39
Y					1.00
1998-2003					
g	1.00	0.96**	-0.45*	0.52*	-0.44*
y		1.00	-0.40	0.51*	-0.46*
PT			1.00	-0.30	0.42*
pt				1.00	-0.17
Y					1.00

* Significativa en el nivel de 5%.

** Significativa en el nivel de 1%.

Fuente: Elaboración propia con base en información recabada de la OCDE y la USPTO de una muestra de 21 países miembros de la OCDE.

nivel de inversión en ID o con la cantidad de patentes registradas.² No hay evidencia firme de la convergencia de las capacidades innovadoras (en los cuadros 5 y 6, indicadores PT y pt), pero hay cierta señal continua de convergencia en el ingreso.

A su vez, la capacidad de innovar y adoptar rápidamente nuevas tecnologías está firmemente correlacionada con los resultados comerciales exitosos (Dosi, Pavitt y Soete, 1990).

Por otra parte, a pesar de la difusión tecnológica que tiene lugar a tasas bastante altas, al menos entre los miembros de la OCDE, persisten importantes especificidades en los sistemas nacionales de innovación, relacionadas con las características de la infraestructura científica y técnica, con la relación local usuario-productor y con otras características institucionales y de políticas de cada país (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Archibugi, Howells y Michie, 2001). En una perspectiva histórica, Freeman (2002) argumenta de manera persuasiva cómo el avance de los países ha dependido decisivamente de la habilidad para construir sistemas adecuados de innovación nacional. Este ha sido, a su vez, el caso de países como Inglaterra, los Estados Unidos, Japón y, más recientemente, los tigres asiáticos.

Reiteramos: la tendencia dominante a lo largo del antedicho panorama de largo plazo sugiere una divergencia de largo plazo en capacidades tecnológicas relativas, eficiencia en la producción e ingresos. Sin embargo, simultáneamente aparecen dos mensajes más alentadores.

Primero, a pesar de pautas divergentes notorias, también hemos sido testigos en el largo plazo, en la mayoría de los países, del incremento en los niveles promedio de conocimiento tecnológico y, al mismo tiempo, de los niveles de ingreso *per capita*. Segundo, mientras sigue siendo verdad que el “club de los innovadores” ha sido notoriamente pequeño y cerrado en su membresía, a la vez debe advertirse que unos cuantos rezagados tuvieron la posibilidad de ingresar (los Estados Unidos, Alemania y Japón como los ejemplos más sorprendentes en diferentes periodos), e igualmente hubo la posibilidad de que candidatos muy promisorios se quedaran atrás (*cf.* las vicisitudes de Argentina durante el siglo pasado). Pero, ¿qué ocurre con el perfil temporal de largo plazo del cambio tecnológico y el crecimiento económico? ¿Es posible identificar algunas características persistentes en las modalidades en que se entrelazan dinámicamente las tecnologías y los ingresos?

² Su muestra incluye a la mayoría de las economías mundiales y abarca los años 1960 a 1982.

III. DISTINTOS “REGÍMENES” DE CRECIMIENTO/DESARROLLO CON DISTINTOS PARADIGMAS TECNOECONÓMICOS Y FORMAS ORGANIZACIONALES E INSTITUCIONES COMPLEMENTARIAS

Con el propósito de entender la evolución de la relación entre cambio tecnológico y desarrollo económico, es de utilidad considerar la noción de “paradigma tecnoeconómico” o “régimen” (Freeman y Pérez, 1988).³ Una de las primeras definiciones puede encontrarse en Pérez (1985, p. 443):

Proponemos que el comportamiento de la estructura de costo relativo de todos los insumos de la producción sigue más o menos tendencias predecibles en períodos relativamente largos. Esta predictibilidad se convierte en el fundamento de la construcción de un “tipo ideal” de organización de la producción, el cual define las combinaciones más eficientes y “menos costosas” en un periodo determinado. Sirve, por tanto, como una “regla de oro” para tomar decisiones de inversión y tecnológicas. Este modelo rector es el “paradigma tecnoeconómico”.

Cada paradigma tecnoeconómico depende de la disponibilidad de un factor clave específico que presenta un conjunto de características:

El dispositivo central o principio de organización fundamental de este mecanismo selectivo sería un insumo particular o serie de insumos, capaces de influir enérgicamente en el comportamiento de la estructura de costo relativo. Dicho insumo, al cual llamaremos el “factor clave”, es capaz de desempeñar una función rectora porque cumple las siguientes condiciones:

- 1) Costo relativo bajo —y descendente— claramente percibido
- 2) Suministro ilimitado aparente (para todo propósito práctico)
- 3) Potencial evidente para toda influencia omnipresente en la esfera productiva, y
- 4) Capacidad general reconocida, con base en un conjunto de innovaciones técnicas y organizacionales entretejidas, para reducir los costos y modificar la calidad de los bienes de capital, el trabajo y los productos (*op. cit.*, p. 444).

³ Observe que la noción de “paradigma tecnoeconómico” es esencialmente una noción macro, en tanto los “paradigmas” discutidos en la sección I subrayan las características de tecnologías individuales. De hecho, las dos nociones son muy complementarias, estando la primera compuesta de conjuntos interrelacionados de la segunda.

El trabajo elaborado por Pérez (2002) ha identificado cinco revoluciones tecnológicas principales en el periodo de 1770 a 2000 (cuadro 7), y cinco paradigmas tecnoeconómicos correspondientes (cuadro 8). Para cada uno de ellos hay un “factor clave” evidente. El cuadro 9 resume las características de las industrias y las infraestructuras subyacentes en los distintos regímenes tecnoeconómicos.

En nuestra opinión, casi no cabe duda de que es posible hablar de un nuevo régimen tecnoeconómico basado en las TIC. Las TIC comparten características distintivas con regímenes previos. Primera, las nuevas tecnologías son generalizadas, con un rango de aplicación que abarca todas las industrias. Segunda, el nuevo régimen depende de un insumo decisivo, casi gratuito: ayer fue la energía/electricidad, hoy es evidentemente el poder computacional. Tercera, el establecimiento del nuevo régimen implica cuidadosos requisitos “coevolutivos” entre los cambios tecnológicos y los organizacionales, los cuales se discutirán con más detalle en la siguiente sección, y para los cuales se proporcionará evidencia en la sección V. Cuarta, la fase inicial del nuevo régimen se caracteriza

Cuadro 7. *Cinco revoluciones tecnológicas sucesivas, de 1700 a los 2000*

Revolución tecnológica	Nombre usual para designar el periodo	País o países centrales	Big-bang de inicio de la revolución	Año
Primera	Revolución Industrial.	Inglaterra.	El molino de Arkwright se inaugura en Cromford.	1771
Segunda	Era del vapor y los ferrocarriles.	Inglaterra y su difusión al continente europeo y los Estados Unidos.	Prueba del motor “Rocket” de vapor para el ferrocarril Liverpool-Manchester.	1829
Tercera	Era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada.	Estados Unidos y Alemania en la vanguardia, y superan a Inglaterra.	La planta de acero Carnegie Bessemer se inaugura en Pittsburg, Pennsylvania.	1875
Cuarta	Era del petróleo, el automóvil y la producción en masa.	Los Estados Unidos y Alemania, en primer término, compiten por el liderazgo mundial; más tarde se difunde a Europa.	Aparece el primer modelo-T de la planta Ford, en Detroit, Michigan.	1908
Quinta	Era de la información y las telecomunicaciones.	Estados Unidos (su difusión a Europa y Asia)	El micropocesador Intel se anuncia en Santa Clara, California.	1971

Fuente: Pérez (2002).

Cuadro 8. Un paradigma tecnoeconómico distinto para cada revolución tecnológica, de 1770 a los 2000

Revolución tecnológica País de desarrollo inicial	Paradigma tecnoeconómico. Principios de innovación de “sentido común”
Primera Revolución Industrial inglesa.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción fabril. • Mecanización. • Productividad/cronometría y ahorro de tiempo. • Fluidez de movimiento (ideal tanto para máquinas de energía hidráulica como para transporte por canales y otros medios acuáticos). • Redes locales.
Segunda Era del vapor y sistema ferroviario en Inglaterra y su difusión en el continente europeo y los Estados Unidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Economías de aglomeración/ciudades industriales/mercados nacionales. • Centros de poder con redes nacionales. • Escala como progreso. • Partes estandarizadas/máquinas que fabrican máquinas. • Energía donde sea necesario (vapor). • Movimiento interdependiente (de máquinas y medios de transporte).
Tercera La era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada. Los Estados Unidos y Alemania superan a Inglaterra.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras gigantes (acero). • Economías de escala de planta industrial/integración vertical. • Energía distribuida para la industria (electricidad). • Ciencia como fuerza productiva. • Redes e imperios mundiales (incluyendo carteles empresariales). • Estandarización universal. • Contabilidad de costos para el control y la eficiencia. • Gran escala para el poder del mercado mundial/si es local, la “pequeña” es adecuada.
Cuarta Era del petróleo; la producción del automóvil y la producción en masa en los Estados Unidos y su difusión en Europa.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción en masa/mercados masivos. • Economías de escala (volumen de productos y mercado)/integración horizontal. • Estandarización de productos. • Intensidad de energía (basada en el petróleo). • Materiales sintéticos. • Especialización funcional/pirámides jerárquicas. • Centralización/centros y suburbanización metropolitana. • Poderes nacionales, acuerdos mundiales y confrontaciones.
Quinta Era de la información y las telecomunicaciones en los Estados Unidos y su difusión en Europa y Asia.	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de la información (microelectrónica con base en las TIC). • Integración descentralizada/estructuras de red. • Conocimiento como capital/valor agregado intangible. • Heterogeneidad, diversidad, adaptabilidad. • Segmentación de mercados/proliferación de nichos. • Economías de alcance y especialización combinadas con escala. • Globalización/interacción entre lo global y lo local. • Cooperación de entrada y de salida/racimos. • Contacto y acción instantáneos/comunicaciones globales instantáneas.

Fuente: Pérez (2002).

Cuadro 9. *Las industrias e infraestructuras de cada revolución industrial*

Revolución tecnológica	Nuevas tecnologías e industrias nuevas o redefinidas	Infraestructuras nuevas o redefinidas
Primera Desde 1771. La Revolución Industrial inglesa.	<ul style="list-style-type: none"> Industria mecanizada del algodón. Hierro forjado. Maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Canales y vías navegables. Carreteras de peaje. Energía hidráulica. Ruedas hidráulicas muy mejoradas.
Segunda Desde 1829. La era del vapor y los ferrocarriles en Inglaterra y su difusión al continente europeo y los Estados Unidos.	<ul style="list-style-type: none"> Máquinas de vapor y maquinaria (fabricadas con hierro; alimentadas con carbón). Minería del hierro y el carbón (desempeñan ahora una función central en el crecimiento).* Construcción de vías férreas. Producción de material rodante. Energía de vapor para muchas industrias (textiles incluidas). 	<ul style="list-style-type: none"> Vías férreas (uso del motor de vapor). Correo universal. Telégrafo (principalmente nacional, a lo largo de las vías férreas). Grandes puertos, grandes bodegas y barcos trasatlánticos. Gas para las ciudades.
Tercera Desde 1875. La era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada. Los Estados Unidos y Alemania superan a Inglaterra.	<ul style="list-style-type: none"> Acero barato (Bessemer especialmente). Desarrollo pleno del motor a vapor para barcos de acero. Química pesada e ingeniería civil. Industria de equipos eléctricos. Cobre y cables. Comida enlatada y embotellada. Papel y embalaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Transportación por barco a todo el mundo (uso del Canal de Suez). Vías férreas por todo el mundo (uso de rieles de acero barato y pernos en tamaños estándar). Grandes puentes y túneles. Telégrafo en todo el mundo. Teléfono (nacional principalmente). Cableado eléctrico (para iluminación y uso industrial).
Cuarta Desde 1908. La era del petróleo, el automóvil y la producción en masa en los Estados Unidos y su difusión en Europa.	<ul style="list-style-type: none"> Automóviles producidos masivamente. Petróleo y gasolinas baratos. Petroquímica (sintética). Motor de combustión interna para automóviles, transporte, tractores, aviones, tanques de guerra y generación de electricidad. Aparatos electrodomésticos. Comida refrigerada y congelada. 	<ul style="list-style-type: none"> Redes y carreteras, vías rápidas, puertos y aeropuertos. Redes de ductos petroleros. Electricidad universal (industrial y doméstica). Telecomunicaciones analógicas mundiales, alámbricas e inalámbricas (teléfono, télex y cablegramas)
Quinta Desde 1971. La era de la información y las telecomunicaciones en los Estados Unidos y su difusión en Europa y Asia.	<ul style="list-style-type: none"> La revolución informática. Microelectrónica barata. Computadoras, software. Telecomunicaciones. Instrumentos de control. Biotecnología asistida por computadora y nuevos materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicaciones globales digitales (cable, fibra óptica, radio y satélite). Internet/correo electrónico y otros servicios-e. Redes eléctricas de fuente múltiple y uso flexible. Enlaces de transporte físico de alta velocidad (por tierra, aire y agua).

* Estas industrias tradicionales asumen una nueva función y un nuevo dinamismo cuando sirven en cuanto material y combustible del mundo de los ferrocarriles y la maquinaria.

Fuente: Pérez (2002).

por una dinámica de burbujas en las “economías centrales” que lo desarrollan. La nueva y reciente burbuja económica que sigue a la euforia generalizada de la década de 1990 guarda fuertes similitudes con la dinámica de pánico y euforia del *boom* automotriz en los Estados Unidos, en la década de los años veinte, como nos recuerda vívidamente Freeman (2001).

Al mismo tiempo, se debería tener también en mente que el surgimiento del paradigma tecnoeconómico con base en las TIC ocurre dentro de un régimen de globalización de intercambios económicos internacionales, pero no de globalización de capacidades tecnológicas, hasta ahora (como argumentaremos más extensamente en la sección VI). Las capacidades para dominar nuevas tecnologías están, en grado extremo, desigualmente distribuidas no sólo entre los países, sino que aun los líderes tecnológicos están todavía en una fase de exploración de posibles aplicaciones con base en las TIC.

IV. LA COMPLICADA DIFUSIÓN DEL NUEVO RÉGIMEN

Desde nuestra perspectiva, la evidencia apoya en gran medida la opinión de que la “revolución TIC” está lejos de haber manifestado su potencial completo. Las “revoluciones tecnológicas” muestran largos procesos de difusión, porque éstos implican coevolución y coadaptación de nuevas tecnologías, nuevas formas organizacionales, nuevas instituciones y nuevas pautas de consumo:

La final sustitución de un régimen tecnoeconómico arraigado implica cambios profundos, cuya naturaleza revolucionaria se revela mejor por la subsiguiente aparición, amplitud y profundidad, de racimos de innovación, que debido al ritmo con el cual logran influir. Y ocurre así precisamente porque debido a la amplitud y profundidad que implican los cambios, la elaboración adecuada de una tecnología de nuevo “propósito general” requiere el desarrollo y la coordinación de un conjunto extenso de elementos tangibles e intangibles: nuevas instalaciones y equipo, nuevos tipos de habilidades en el trabajo, nuevas formas de organización, nuevas figuras de propiedad legal, nuevo marco regulatorio, nuevos hábitos mentales y nuevas pautas de discernimiento (David, 2001, p. 53).

Estos son en realidad los factores de retraso estructural, comunes tanto para el viejo paradigma tecnoeconómico basado en la electricidad, como para el nuevo basado en las TIC (para una comparación esclarecedora entre el destino del “dinamo” y el destino de la “computadora” véase David, 1990).

Efectivamente, el surgimiento de un nuevo paradigma tecnoeconómico se asocia también con un proceso profundo de cambio estructural. Por el lado del suministro, el cambio estructural puede ser comprendido por la original idea schumpeteriana de innovación como “destrucción creativa”: nuevas variedades de bienes y nuevas maneras de producirlos desplazan a las anteriores y desplazan la estructura de la economía hacia nuevos sectores (Schumpeter, 1939). Por el lado de la demanda, las elasticidades en el ingreso varían entre sectores y canalizan el crecimiento hacia aquellos sectores para los cuales la demanda resulta superior (Pasinetti, 1981). Por lo general, las economías disfrutan de un “bono estructural” cuando el trabajo se desplaza hacia sectores de productividad más alta que la promedio (Baumol, 1967).

Observe que el cambio estructural depende fundamentalmente de una distribución desigual de los incrementos en la productividad entre industrias. Esto corresponde a lo que Harberger (1998) denomina la perspectiva “hongo” del crecimiento (en contraste, un proceso “levadura” con incrementos en la productividad, uniformemente distribuidos entre sectores, no sustentaría ningún proceso real de cambio estructural).

Como subrayó recientemente Pérez (2002), en el proceso de establecimiento de nuevos paradigmas tecnológicos, los simples factores tecnológicos están profundamente entrelazados con los factores sociales:

Cada revolución tecnológica, recibida originalmente como un nuevo y claro conjunto de oportunidades, es pronto reconocida como una amenaza al modo establecido en que las empresas, las instituciones y la sociedad en general hacen las cosas. El nuevo paradigma tecnoeconómico toma lugar gradualmente como un “sentido común” distinto para la acción eficaz en cualquier área empresarial. Pero mientras las fuerzas competitivas, la búsqueda de ganancia y las presiones por la supervivencia ayudan a difundir los cambios en la economía, las esferas más comprensivas de lo social y lo institucional, donde también es necesario el cambio, se estancan por fuertes inercias derivadas de la rutina, la ideología y los intereses creados. [...] Es así que los primeros 20 o 30 años de difusión de cada revolución tecnológica conducen a un desajuste creciente entre la economía y los sistemas sociales y regulatorios. (Pérez, 2002, p. 26.)

La bien conocida aseveración de Robert Solow de ver en todas partes a las computadoras salvo en las estadísticas de la productividad asombró a los economistas por su incapacidad para percibir inmediatamente los beneficios de una

nueva revolución industrial. De hecho, si se considera la existencia de factores de retraso poderosos, entonces la paradoja ya no es una paradoja. La manera en la cual la productividad se difunde entre empresas es un proceso cuidadoso que requiere la adaptación de las actividades económicas al nuevo paradigma. Si la interpretación de David (2001) es correcta, estamos apenas comenzando a observar los beneficios reales del actual paradigma tecnoeconómico basado en las TIC. Discutiremos este punto nuevamente cuando abordemos la evidencia empírica del impacto de las TIC en el incremento de la productividad.

Para ilustrar un poco más el punto sobre los factores de retraso, permítanos discutir brevemente un ejemplo revelador que analizamos más detalladamente en otro trabajo (Castaldi, Cimoli, Correa y Dosi, 2004). El comercio-e y los negocios-e representan nuevas formas de intercambio que ya han surgido como importantes canales de transacción. La (relativamente) baja difusión de los negocios electrónicos (*e-business*) se asocia con dos cuellos de botella básicos, a saber:

- 1) La falta de una articulación regulatoria perfecta en tales transacciones (por ejemplo, en términos del cumplimiento de los contratos), que afecta a los mecanismos de reputación (es decir, en última instancia, los factores de retraso institucional).
- 2) La necesidad de “tecnologías de codificación” confiables que garanticen que las transacciones en línea sean seguras y la información esté protegida (es decir, simples barreras tecnológicas).

Nuevas formas de intercambio como las que abarcan el comercio electrónico y las finanzas electrónicas traen a primer plano cuestiones institucionales delicadas, relativas a la “integridad” de los nuevos mercados. Con las nuevas tecnologías se vuelve más difícil, por ejemplo, la verificación de la identidad de los agentes económicos y la sanción de comportamientos inadecuados. Las instituciones existentes que proporcionan el “marco regulatorio” para “viejas” transacciones, ya no son suficientes para garantizar las nuevas formas de comercio. En particular, se requieren nuevos arreglos para asegurar la integridad y el cumplimiento de los contratos. Aquí también, como en otros casos históricos de nuevas formas de comercio, se requiere el desarrollo de nuevos mecanismos institucionales encaminados a integrar los procesos comerciales dentro de ciertas instituciones de gobierno.

Un ejemplo muy viejo con implicaciones para problemas contemporáneos se discute en Milgrom, North y Weingast (1990), respecto al sistema legal

mercantil que protegía a las ferias medievales. Dicho sistema institucional fue capaz de asegurar la efectividad de los mecanismos de prestigio, aun cuando el campo de comercio se ensanchara más allá de un nivel crítico, donde los comerciantes no conocían, de manera regular, a sus mismos socios comerciales. La nueva institución tuvo capacidad tanto para crear los incentivos a fin de que los comerciantes actuaran honestamente, como para sancionar los comportamientos inadecuados de otros. Y esto se logró eficazmente empleando menos información de la que se hubiera requerido para distribuir información perfecta para todos los agentes del sistema, una condición muy difícil de cumplir.

Aquí hay una lección para la “nueva economía” respecto a sus necesidades de desarrollar mecanismos de prestigio, formas de identificación de la comunidad y herramientas para el cumplimiento de los contratos. Consideraremos este ejemplo únicamente como una ilustración sugestiva de más requisitos coevolutivos generales, que relacionan la difusión de los nuevos paradigmas tecnológicos con los laboriosos desarrollos de nuevos acuerdos institucionales que regulen las interacciones microeconómicas.

Los requisitos coevolutivos se relacionan también con la adaptación recíproca de nuevas tecnologías y formas organizacionales corporativas que influyen decisivamente en el impacto de las TIC. Como prueba de que la mayor parte de los esfuerzos recientes encaminados a la comprensión del desempeño de las TIC en el crecimiento económico están reconociendo estos requisitos coevolutivos, las contribuciones de Mansell *et al.* (2007) ofrecen un amplio espectro de estudios, donde los cambios institucionales y organizacionales son ejemplos de cambios complementarios que necesitan acompañar a los avances tecnológicos en las TIC. Como un ejemplo persuasivo, los microestudios recientes presentan un panorama en el que los incrementos en la productividad a causa de las TIC, en el nivel de la empresa, se interrelacionan estrechamente con la habilidad de las empresas para implantar cambios organizacionales complementarios. Nuestra revisión de la evidencia sobre el impacto de las TIC comenzará precisamente en estos estudios.

V. LA EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE EL IMPACTO DE LAS TIC

En esta sección nos ocuparemos de la evidencia recabada hasta ahora sobre el impacto económico de las TIC. El objetivo de los estudios tanto micro, meso y macro ha sido investigar la relación causal entre las TIC y el incremento de la productividad. No nos proponemos revisar aquí la discusión en curso acerca de la medición de las TIC y su contribución al incremento de la productividad (para

un informe reciente, véase Van Ark, 2002), pero debemos mencionar que la medición continúa siendo una cuestión problemática. En particular, la medición del incremento de la productividad es sensible a los métodos empleados para explicar el descenso de los precios y los cambios en la calidad, pero también a la definición que empleemos de las TIC. Observemos asimismo que la mayoría de los estudios depende de los datos estadunidenses o europeos. Para nuestra interpretación evolutiva, en esta sección nos centraremos más en las implicaciones de los hechos estilizados disponibles. Empezamos por discutir la evidencia encontrada en el nivel de las empresas y nos dirigimos luego a estudios más agregados.

1. *La microevidencia*

La bibliografía de reciente aparición ha empezado a emplear microdatos con el propósito de aclarar el impacto de las TIC en el nivel de la empresa, o incluso del trabajador. Brynjolfsson y Hitt (2000) revisan las dos líneas principales de estos microestudios.

Primero, la bibliografía basada en casos proporciona evidencia de que el impacto de las TIC en el nivel de la empresa se acompaña de cambios en las prácticas organizacionales, tales como cambios en las relaciones de autoridad, descentralización de la toma de decisiones local, modificaciones en el contenido de las tareas y/o cambios en los esquemas de retribución. Muchos de estos estudios (por ejemplo, Brynjolfsson, Reinshaw y Van Alstyne, 1997) muestran que frente a los cambios en la práctica organizacional, muchos trabajadores siguen atrapados en viejas prácticas laborales. Fuerzas iniciales operan, lo cual explica la inhabilidad de las empresas para explotar instantáneamente el potencial de las nuevas tecnologías.

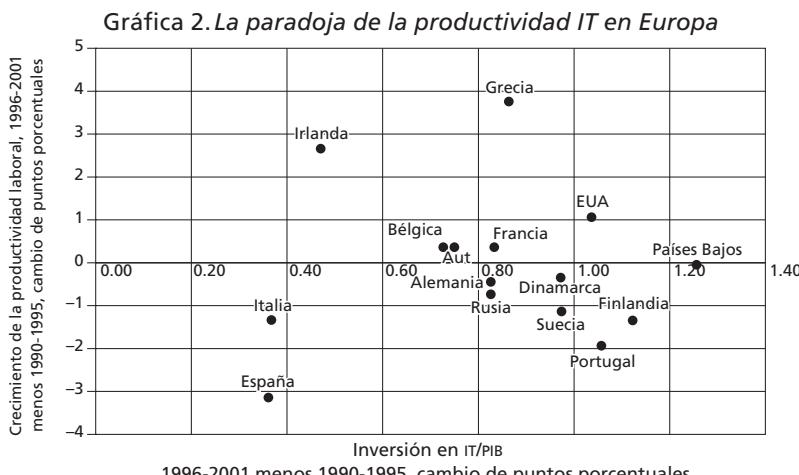
Segundo, ha surgido también una bibliografía econométrica que emplea datos de gran escala provenientes de fuentes oficiales de reciente acceso. Pilat (2004) ofrece una descripción general de estos estudios, accesibles ahora en muchos países. Permítanos resumir brevemente los principales resultados:

- a)* La mayor parte de ellos encuentra una relación positiva entre el nivel de las TIC y la productividad de las empresas. (Observemos que esta es una correlación; es necesario seguir trabajando para entender las relaciones causales.)
- b)* La evidencia señala hacia diferentes factores que regulan el impacto de las TIC en el nivel de la empresa, incluyendo la concurrencia de habilida-

des compatibles de la fuerza de trabajo, la práctica organizacional adecuada y otras formas de innovación tecnológica. Por otra parte, el tamaño y la edad de la empresa parecen influir en el efecto que tiene la adopción de las TIC en la productividad.

- c) Mientras las mejoras en las TI tienden a ser rápidamente accesibles en la totalidad de la economía, los cambios organizacionales complementarios en el nivel de la empresa dependen de un proceso de “coinvención” de las empresas individuales (Bresnahan y Greenstein, 1997), lo cual sugiere procesos coevolutivos que combinan: *i*) la adopción de tecnología de la información; *ii*) cambios organizacionales complementarios, y *iii*) innovación en forma de nuevos productos y servicios (Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt, 2002). De manera inversa, existe cierta evidencia de que la sola adopción de las TIC, sin los cambios correspondientes en las prácticas organizacionales, podría ir sencillamente en detrimento de la empresa. Es la combinación de los tres cambios arriba mencionados la que puede conducir a aumentos en la productividad.
- d) Algunos trabajos econométricos (*cf.* Brynjolfsson y Hitt, 2000, para los Estados Unidos, y Greenan, Mairesse y Topiol-Bensaid, 2001, para Francia) han empleado modelos de efectos fijos para calcular el impacto de las TIC en la productividad, a fin de comprender los factores determinantes específicos de cada empresa. Los cálculos de verificación de los efectos fijos son sustancialmente más bajos, e indican que gran parte de la habilidad de las empresas para explotar los beneficios de las TIC se relaciona con capacidades organizacionales intrínsecas, de alguna manera preexistentes.

Bartelsman y Doms (2000) también discuten ideas provenientes de microestudios sobre la relación entre la productividad y la tecnología avanzada. El empleo de la tecnología más reciente resulta estar muy correlacionado con otras variables (como el capital humano). Un estudio de Doms, Dunne y Troske (1997) muestra que las plantas industriales que estaban por encima de la productividad promedio debido a las TIC tenían el mismo promedio antes de la introducción de éstas, porque eligieron continuamente las tecnologías más avanzadas. En este sentido, también bajo el régimen de cambio tecnológico basado en las TIC, las asimetrías entre las empresas son la regla: algunas empresas exhiben un desempeño mucho más elevado y de manera persistente. A su vez, esto puede interpretarse fácilmente como una historia evolutiva de dependencia de la ruta y de persistentes diferencias de desempeño entre las empresas.



Fuente: Daveri (2002).

2. *La evidencia agregada sobre el impacto de las TIC*

Un resultado desconcertante en la bibliografía empírica sobre el impacto de las TIC es el hecho de que más estudios agregados no encuentran la antedicha relación positiva entre las TIC y la productividad, revelada frecuentemente por los microestudios (*cf.* también la revisión en Draca *et al.*, 2007). La Gráfica 2 de Daveri (2002), ilustra este enigma en el caso de Europa: el incremento en la productividad laboral no guarda ninguna relación significativa con la inversión en TI. La paradoja de Solow parece permanecer aún, de alguna manera, en el nivel macro. En este aspecto, otros avances pueden obtenerse empleando una perspectiva en el nivel de la industria. De hecho, los sectores exhiben variaciones sorprendentes en los resultados de la productividad. Las industrias productoras de las TIC muestran incrementos pronunciados y sólidos de productividad, mientras la evidencia es mucho más débil para las industrias que emplean las TIC (Van Ark *et al.*, 2002; véase también el cuadro 10).

Para los Estados Unidos, Oliner y Sichel (2000) identifican la inversión en las TIC como el principal impulsor de la reciente reactivación de la productividad.⁴

⁴ De cualquier modo, sus resultados han sido cuestionados por Gordon (2003), quien argumenta que su metodología para calcular el crecimiento en realidad sobreestima la contribución de la inversión en las TIC. Primera, su metodología asume que los aumentos en la productividad debidos al capital en TIC ocurren instantáneamente. Pero factores de retraso implican un periodo de tiempo necesario para que los actores económicos disfruten los beneficios de una nueva tecnología. Se-

Cuadro 10. Incremento en la productividad y participación en el PIB de las industrias que emplean las TIC y las que no las emplean, en la Unión Europea y en los Estados Unidos.

	Crecimiento de la productividad			Distribución del PIB		
	1990-1995		1995-2000		2000	
	UE*	EU	UE*	EU	UE*	EU
Total de la economía	1.9	1.1	1.4	2.5	100.0	100.0
Industrias productoras de TIC	6.7	8.1	8.7	10.1	5.9	7.3
Manufactureras productoras de TIC	11.1	15.1	13.8	23.7	1.6	2.6
Servicios productores de TIC	4.4	3.1	6.5	1.8	4.3	4.7
Industrias usuarias de TIC**	1.7	1.5	1.6	4.7	27.0	30.6
Manufactureras usuarias de TIC	3.1	-0.3	2.1	1.2	5.9	4.3
Servicios usuarios de TIC	1.1	1.9	1.4	5.4	21.1	26.3
Industrias sin TIC	1.6	0.2	0.7	0.5	67.1	62.1
Manufacturas sin TIC	3.8	3.0	1.5	1.4	11.9	9.3
Servicios sin TIC	0.6	-0.4	0.2	0.4	44.7	43.0
Otros ramos sin TIC	2.7'	0.7	1.9	0.6	10.5	9.8
Con deflactores nacionales						
Total de la economía	1.9	1.1	1.4	2.5		
Manufactureras productoras de TIC	7.8	151	10.1	23.7		

* EU: La Unión Europea incluye a Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, los Países Bajos, España, Suecia y el Reino Unido, lo cual representa más de 90% del PIB de la Unión Europea. La productividad se define como el valor agregado por persona empleada.

** Industrias usuarias de TIC, sin considerar la producción de TIC.

Fuente: Van Ark *et al.* (2002).

Observemos también que la mayor parte de la brecha en productividad entre los Estados Unidos y Europa puede atribuirse, de hecho, a las industrias que emplean las TIC (Van Ark *et al.*, 2002). En realidad, podría ser que la aparición de la “paradoja Solow” en Europa se deba especialmente a una difusión más

gunda, la mayor parte del crecimiento en productividad agregada está dada por la reactivación de la productividad en el sector minorista, pero existe evidencia de que la última puede explicarse de hecho completamente por factores que no se relacionan con las TIC. Un estudio debido a Foster *et al.* (2002) ha probado convincentemente que la reactivación de la productividad en el sector minorista puede atribuirse únicamente al desplazamiento de las empresas menos productivas por las más productivas.

lenta de las TIC en sectores que la emplean, como el comercio mayorista y el comercio con seguros. De cualquier modo, estos son los sectores que marcan la diferencia esencial entre los Estados Unidos y Europa, en términos de diferencias en productividad.

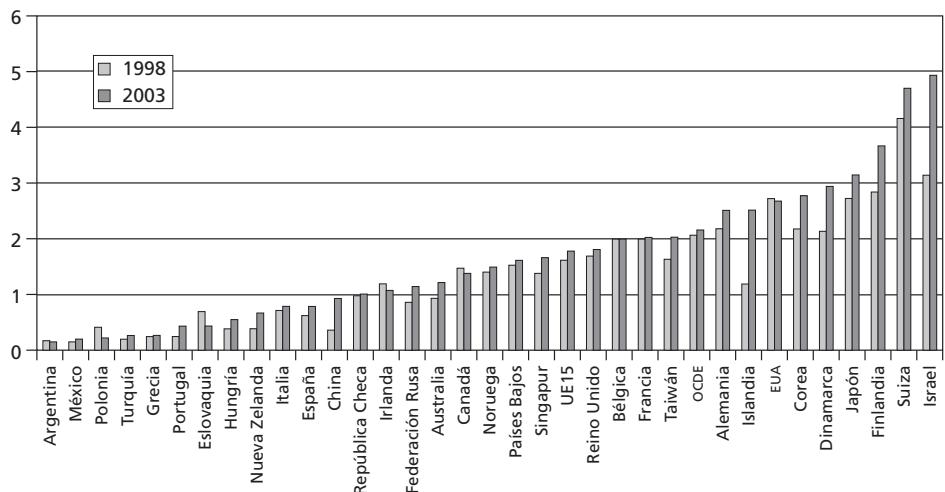
Para resumir, estudios en el nivel industria señalan hacia la desigual difusión intersectorial de las tecnologías basadas en las TIC y su impacto también desigual en el incremento de la productividad. Dadas las características precedentes del nuevo régimen basado en las TIC, y la evidencia sobre su impacto en el incremento de la productividad, ¿cómo ha influido este nuevo racimo de tecnologías en las pautas internacionales de innovación, en la difusión de la innovación y el crecimiento?

VI. LOS PROCESOS CONTEMPORÁNEOS DE GENERACIÓN Y DIFUSIÓN DE INNOVACIONES, HABILIDADES Y CAPACIDADES ORGANIZACIONALES: EL PANORAMA INTERNACIONAL

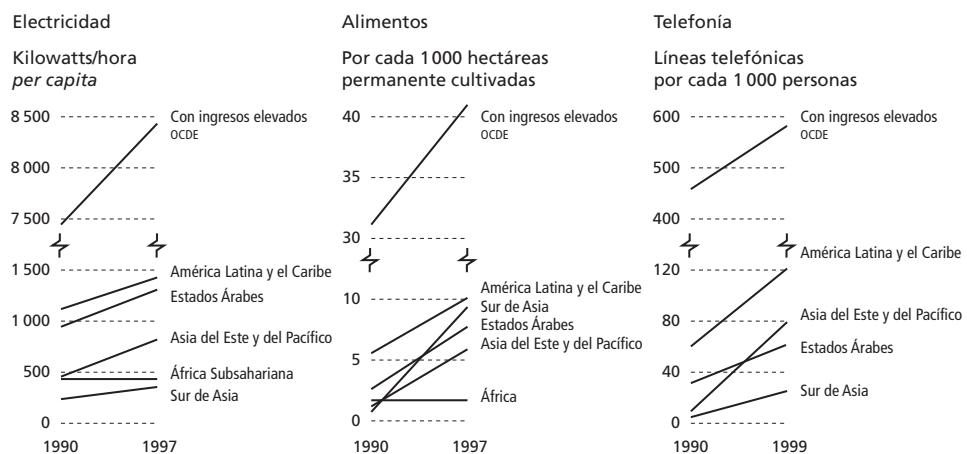
Ya se ha mencionado la constante concentración de las actividades innovadoras, a pesar del notorio ingreso reciente de países como Finlandia, Corea, Taiwán y, en menor medida, Brasil e India. No es sorprendente que tales pautas en los resultados innovadores se acompañen por diferencias internacionales persistentes en la participación de los recursos dedicados al aprendizaje tecnológico formal (reveladas también por el financiamiento privado a la ID). Así, mientras Corea ha rebasado hace mucho tiempo a países “desarrollados” como Italia, la mayoría de los países menos desarrollados continúa mostrando niveles insignificantes de inversión privada en ID (*cf. gráfica 3*).

Las TIC han determinado, evidentemente, una difusión más fácil de la información. Sin embargo, casi no hay pruebas de una aceleración generalizada en las tasas de adopción de las “nuevas” tecnologías (por ejemplo, la relativa a las TIC) y de las “viejas” tecnologías (del teléfono al tractor). Permítasenos empezar por estas últimas. Incluso en este caso casi no hay evidencia de pautas generalizadas de convergencia de su empleo mundial (véase la gráfica 4).

Al mismo tiempo, los niveles de educación y la cantidad de graduados continúan siendo muy diferentes de país a país, lo cual explica en algunos casos los niveles bastante bajos de capital humano (véase la evidencia en los cuadros 11 y 12): si todos los otros factores permanecen constantes, los logros educativos desiguales implican *capacidades de absorción* profundamente desiguales de las nuevas tecnologías.

Gráfica 3. *Intensidad de la ID en el nivel empresa*

Fuente: elaboración propia con base en datos provenientes de los *Principales indicadores de ciencia y tecnología*, OCDE (2005 b).

Gráfica 4. *Difusión de "viejas" tecnologías*

La división digital no es nada nuevo. La difusión de las invenciones en décadas pasadas ha sido lenta.

Fuente: *Reporte de Desarrollo Humano* (2001), Organización de las Naciones Unidas.

Por lo que respecta a la difusión de las nuevas TIC, está ocurriendo de maneras muy asimétricas. Esto se aplica a los países de la OCDE, y más todavía al universo de países de la economía mundial. La mayor parte de los datos disponibles se refiere a países desarrollados. Pero, si en esas economías hay brechas, son de esperarse incluso brechas mayores en los países en desarrollo.

Es de utilidad empezar por distinguir el impacto relativo sobre la producción y el consumo.

Por lo que respecta a la producción, en los pasados 30 años ha habido un incremento en la inversión de capital en las TIC y un aumento en la automatización fabril, que va de la ingeniería mecánica a procesos de ciclos continuos. Al

Cuadro 11. *Cantidad de investigadores*
(por cada 1000 integrantes de fuerza laboral)

	1991	1994	1997	2000	2003
UE15	4.4	4.75	5	5.5	5.9
Finlandia	5.5	6.4	10.6	13.4	15.9
Francia	5.2	5.9	6	6.5	7.1
Alemania	6.1	5.95	5.9	6.5	6.8
Irlanda	3.8	3.7	4.6	4.9	5.4
Italia	3.1	3.3	2.8	2.8	3
Suecia	5.8	7.2	8.4	9.7	10.6
Reino Unido	4.4	4.8	5.2		
EUA	7.6	7.7	8.4	9	9.1
Japón	7.5	8.1	9.2	9.6	10.1
Argentina	0.97	0.75	0.5	1.7	1.5
Brasil	1.92	1.7			
Chile	1.17	1.17	1.19	1.3	
México	2.28	1.48	0.6	0.6	
Venezuela	1.75	1.82	2.13		
Singapur		3.9	5.2	7.6	9.3
Taiwán			5	5.7	6.7
Corea del Sur			4.7	4.9	6.6
China	0.7	0.8	0.8	1	1.1

* Los datos para América Latina provienen de Ricyt (2000).

Fuente: Elaboración propia a partir de *Principales indicadores de ciencia y tecnología*, OCDE (2005 b).

Cuadro 12. *Promedio de escolarización por años*

		1970	1980	1990	2000
OCDE	Australia	10.2	10.3	10.4	10.9
	Austria	7.4	7.3	7.8	8.4
	Bélgica	8.8	8.2	8.9	9.3
	Canadá	9.1	10.3	11.0	11.6
	Dinamarca	8.8	9.0	9.6	9.7
	Finlandia	6.1	7.2	9.4	10.0
	Francia	5.7	6.7	7.0	7.9
	Alemania			9.9	10.2
	Irlanda	6.8	7.5	8.8	9.4
	Italia	5.5	5.9	6.5	7.2
	Japón	7.5	8.5	9.0	9.5
	Países Bajos		8.2	8.8	9.4
	Nueva Zelanda	9.7	11.5	11.3	11.7
	Noruega	7.2	8.2	11.6	11.9
	Portugal	2.6	3.8	4.9	5.9
	España	4.8	6.0	6.4	7.3
	Suecia	8.0	9.7	9.5	11.4
	Suiza	8.5	10.4	10.1	10.5
	Reino Unido	7.7	8.3	8.8	9.4
	EUA	9.5	11.9	11.7	12.0
NIC	Israel	8.1	9.4	9.4	9.6
	Singapur	5.1	5.5	6.0	7.1
	Corea del Sur	4.9	7.9	9.9	10.8
	Hong Kong	6.3	8.0	9.2	9.4
América Latina	Argentina	6.2	7.0	8.1	8.8
	Brasil	3.3	3.1	4.0	4.9
	Chile	5.7	6.4	7.0	7.6
	México	3.7	4.8	6.7	7.2
	Venezuela	3.2	5.5	5.0	6.6
	India	2.3	3.3	4.1	5.1
	China		4.8	5.9	6.4
Resto del mundo	Promedio	4.2	4.9	5.8	6.4
	Coeficiente de variación	1.6	1.8	2.0	2.3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomados de la Organización de las Naciones Unidas (2001).

mismo tiempo, la evidencia refuerza la opinión —arriba discutida— de que estamos todavía en una fase inicial de difusión de las tecnologías TIC, sin duda con un potencial tácito consistente. Y, de nuevo, esto se aplica aún más a los países en desarrollo. De este modo, incluso en los Estados Unidos la inversión en TIC representa menos de 30% de la inversión total, y la proporción se reduce considerablemente en los países europeos (véase Daveri, 2002).

En relación con esto, el nivel de automatización de la producción se ha incrementado mucho, pero se está todavía muy lejos de alcanzar niveles de saturación. Como ejemplo ilustrativo, el cuadro 13 indica, en una muestra de países, la cantidad de unidades robóticas y brazos mecánicos instalados. Después de cierta normalización por vía del valor agregado nacional en la manufactura, se obtiene un estimado de las tasas relativas de difusión en robótica. Japón es el líder, seguido por los países europeos y Corea, y finalmente por los Estados Unidos a una gran distancia.

Una imagen complementaria pero diferente surge de los datos sobre gasto en tecnología de la información, la cual puede considerarse como una variable aproximada de la automatización general de la economía. La magnitud de los porcentajes sigue siendo sumamente pequeña (cuadro 14). Por otra parte, la comparación de los cuadros 11 y 12 descubre la desconcertante posición de los Estados Unidos. La evidencia indica que Japón y Europa van a la zaga de los Estados Unidos en términos de automatización total (como expresa el nivel de inversión en las TIC), mientras que, por lo contrario, los Estados Unidos van a la zaga en términos de automatización fabril (la misma evidencia circunstancial ya fue señalada en Arcangeli, Dosi y Moggi, 1991; para una discusión del sistema de innovación nacional de los Estados Unidos, véase también Freeman, 2001).

En lo que respecta al consumo, la evidencia señala nuevamente que hay una difusión muy desigual de las nuevas tecnologías, incluso entre los países que pertenecen a la OCDE. En una muestra de países, el cuadro 15 nos revela la fortaleza de la infraestructura en tecnología de la información (TI). Esta vez cambia la clasificación. Los Estados Unidos están muy por delante en la “informatización” de su sociedad, y los demás países desarrollados los siguen a una distancia considerable (la única excepción relevante es la de los teléfonos celulares). Observe también la interesante evidencia de que existe una “brecha digital” dentro de los Estados Unidos (Greenstein y Prince, 2007), con zonas no urbanas que están a la zaga en términos de conexión de Internet de alta velocidad, como la mejor alternativa a la conexión de baja velocidad/conexión telefónica.

Cuadro 13. Cantidad instalada de unidades robóticas y brazos mecánicos, 2000

País	Número de unidades	Tasa de valor agregado industrial
Japón	389.000	378
Alemania	91.184	139
EUA	89.880	37
Italia	47.621	113
Corea	37.987	122

Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomados de la Unione Costruttori Italiani Macchine Utensili (UCIMU), 2001, y la OCDE.

Cuadro 14. Gastos en TI (tecnología de la información, excluyendo comunicación) (como porcentaje del PIB)

País	1992	1996	2001
EUA	4.45	4.93	5.30
Japón	3.83	3.60	4.00
UE15	3.03	3.17	4.17
Suecia	4.37	4.73	6.77
Reino Unido	4.43	4.9	5.62
Países Bajos	3.96	3.84	5.19
Dinamarca	3.94	4.1	4.99
Francia	3.59	3.74	4.75
Bélgica	3.38	3.34	4.48
Finlandia	2.93	3.36	4.38
Alemania	2.94	2.96	4.22
Austria	2.73	2.8	3.78
Noruega	3.24	3.26	3.66
Italia	1.8	1.78	2.48
Irlanda	2.35	2.18	2.25
España	1.62	1.56	1.94
Portugal	1.24	1.48	1.93
Grecia	0.71	0.90	1.20

Fuente: Elaborado con datos de Eurostat.

Cuadro 15. *Índices de difusión de la TIC por cada 100 habitantes*

		Línea telefónicas y celulares			Usuarios de Internet			Computadoras personales		
		1990	1998	2003	1999	1998	2003	1990	1998	2003
OCDE	Austria	42.9	78.9	136.0	0.1	15.4	46.2	6.5	23.8	37.4
	Australia	46.7	77.2	126.2	0.6	22.4	56.7	15.0	36.8	60.2
	Bélgica	39.7	66.7	128.2	0.0	7.8	38.6	8.8	21.5	31.8
	Canadá	58.7	84.2	107.0	0.4	25.6	48.4	10.7	32.1	48.7
	Dinamarca	59.6	102.4	155.3	0.1	22.6	54.1	11.5	37.7	57.7
	Finlandia	58.6	110.2	140.2	0.21	25.4	53.4	10.0	34.9	44.2
	Francia	50.0	77.6	126.2	0.1	6.3	36.6	7.1	23.2	34.7
	Alemania	44.5	73.7	144.3	0.1	9.9	47.3	9.0	27.9	48.5
	Irlanda	28.8	69.6	1371	0.0	8.1	31.7	8.6	27.3	42.1
	Italia	39.2	81.0	150.2	0.0	4.5	33.7	36	13.3	23.1
	Japón	44.8	86.8	115.1	0.0	13.4	48.3	6.0	23.7	38.2
	Países Bajos	47.0	80.5	138.2	0.3	22.2	52.2	9.4	32.4	46.7
	Noruega	54.8	113.4	162.2	0.7	36.0	34.6	12.1	40.5	52.8
	España	31.7	57.7	134.5	0.0	4.4	23.9	2.8	10.9	19.16
	Suecia	73.5	118.6	162.5	0.6	33.4	57.3	10.5	39.5	62.1
	Reino Unido	46.0	80.5	143.1	0.1	13.5	42.3	10.8	26.8	40.6
	EUA	56.9	90.7	117.0	0.8	30.8	55.6	21.8	45.2	66.0
	Federación Rusa	13.99	20.36	50.2	0	0.81	40.9	0.34	3.46	8.87
	Hungría	9.62	44.09	111.74	0	3.92	23.22	0.96	6.48	10.84
	Polonia	8.64	27.74	76.96	0	4.08	23.24	0.79	4.91	14.2
América Latina	Argentina	9.3	28.1	39.6	0.0	09	11.2	0.7	5.5	8.2
	Brasil	6.5	16.5	48.7	0.0	1.5	8.2	0.3	3.0	7.5
	Chile	6.7	27.1	73.2	0.0	1.7	27.2	0.9	6.3	11.9
	Colombia	6.9	20.0	32.1	0.0	1.1	5.3		3.2	4.9
	México	6.6	13.9	45.4	0.0	1.3	12.0	0.8	3.7	8.3
	Perú	2.6	9.3	17.3	0.0	1.2	10.4		3.0	4.3
	Venezuela	7.7	19.8	38.4	0.0	1.4	6.0	1.0	3.9	6.1
TIC	Israel	34.6	82.8	141.9	0.1	10.0	30.1	6.3	20.1	24.3
	Hong Kong	47.5	105.5	163.8	0.0	14.5	47.2	4.7	26.0	42.2
	Singapur	36.3	73.2	130.3	0.0	19.1	50.9	6.6	37.0	62.2
	Corea	30.8	75.1	123.9	0.0	6.8	61.0	3.7	18.2	55.8
	India	0.6	2.3	7.1	0.0	0.1	1.8	0.0	0.3	0.7
	China	0.6	8.9	42.4	0.0	0.2	6.3	0.0	0.9	2.8
Resto del mundo	Promedio	14.9	28.2	46.7	0.0	3.7	13.1	3.4	8.0	12.8
	Coeficiente de variación	1.2	1.1	10	4.6	1.9	1.3	1.4	1.4	1.3

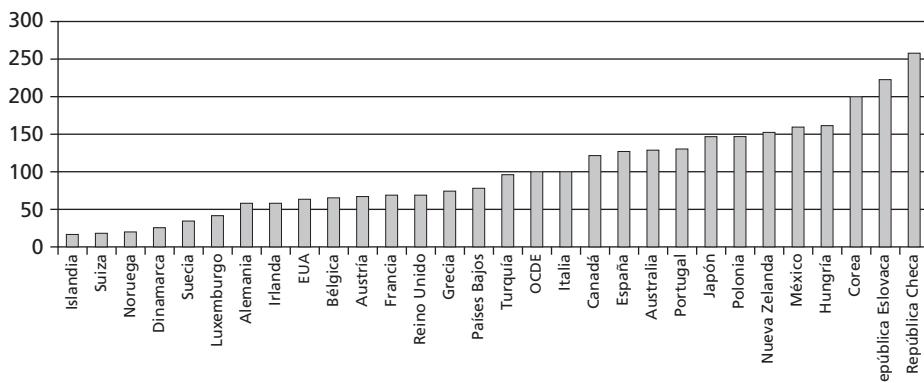
Fuente: Elaborado a partir de los indicadores Millenium de la Organización de las Naciones Unidas. Las cifras en cursivas se refieren a 2002.

El cuadro 15 presenta más evidencia sobre la difusión desigual de las TIC. Observemos las impresionantes diferencias internacionales en la difusión de las TIC: compare, por ejemplo, Finlandia con Polonia, o el este de Asia con América Latina.

Al mismo tiempo, en varios países miembros de la OCDE los costos de comunicación continúan siendo un obstáculo para el uso de las TIC (véase la gráfica 5).

Gráfica 5. Los costos de comunicación en países miembros de la OCDE: canasta de precios para las tarifas nacionales de líneas arrendadas, agosto de 2002.

Índice, OCDE = 100



Fuente: OCDE, *Communications Outlook 2003*, con base en OCDE y Teligen.

La evidencia más reciente acerca de la participación de los países en desarrollo en el régimen basado en las TIC, muestra que países del Este asiático, como Malasia, Filipinas y Corea tienen la participación más alta de empleo y valor agregado en el sector de la TIC (tanto manufactura como servicios). De hecho, Corea ha dejado de ser, desde hace un par de décadas, un país en desarrollo y se ha unido al muy exclusivo club de los innovadores. De manera inversa, la mayoría de los países latinoamericanos y unos cuantos de Europa del Este permanecen en la parte inferior de la lista (UNCTAD, 2006, gráfica 1.15).

El *Information Technology Outlook* (panorama de la tecnología de la información) de la OCDE correspondiente a 2006 informa acerca de la distribución geográfica de las 250 empresas de TIC de alto nivel. En tanto 116 son empresas de los Estados Unidos, seguidas por 39 de Japón, también están representadas las de reciente ingreso (Taiwán, 11; Corea, 6; Hong Kong, 3; India, 3). México es el único país de América Latina incluido (con dos empresas de TIC de alto nivel).

En los últimos 10 años, otra tendencia pronunciada ha sido el incremento de la subcontratación (*outsourcing*) de actividades de empresas manufactureras en las economías desarrolladas. Las mismas características de las tecnologías TIC han hecho posible la dislocación de las actividades y servicios no básicos a otras regiones del mundo (*cf.* Miozzo y Soete, 2001). Dentro de esta tendencia, varios países han podido cosechar los beneficios de atraer a sus territorios empresas extranjeras, o simplemente exportar servicios de manera directa. De hecho, las economías en desarrollo están desempeñando una función cada vez más vasta en servicios derivados de las TIC, con casos exitosos que incluyen a Singapur en servicios financieros y a India en *software*. Como se discutió en Cantwell y Janne (1999), el surgimiento reciente de más cadenas globales de producción ha hecho que las empresas den más importancia a la toma de decisiones estratégicas, no sólo respecto a cuáles actividades subcontratar en el extranjero, sino también respecto a cuáles países seleccionar como anfitriones. En relación con esto, para las empresas extranjeras es atractivo el acceso a trabajo barato sólo si se acompaña de buena infraestructura local, mano de obra altamente calificada y, por supuesto, ventajas impositivas.

Al mismo tiempo ha aumentado un poco la internacionalización de las actividades innovadoras, más allá de los países de origen de las corporaciones multinacionales (CM), pero todavía estamos hablando de proporciones bastante bajas. La mayoría de los estudios indica que la creación de patentes de las CM en países que no son los de su propio origen, es del rango de 10 a 15% del total, más o menos comparable a su participación en el total de patentes de los países invitados. Adicionalmente, la mayor parte de estas actividades de investigación ocurre en los países miembros de la OCDE (para una discusión de la evidencia al respecto, *cf.* Patel y Pavitt, 1997 y 1999, Cantwell, 1992, y Archibugi y Pietrobelli, 2003).

En términos de la subcontratación de las actividades de ID, las compañías multinacionales han sido mucho más reacias a transferir laboratorios de investigación clave a países en desarrollo. Una de las razones que tienen las empresas para descentralizar las actividades de ID es reubicarse en la vecindad de los centros de excelencia tecnológica, con el fin de disfrutar de las economías de aglomeración y de los centros de divulgación del nuevo conocimiento que se concentran en esas zonas (Dunning, 1993). Pero la mayoría de las agrupaciones tecnológicas clave geográficamente se ubica todavía en el mundo desarrollado. Como se muestra en el cuadro 16, la gran mayoría de los afiliados extranjeros en ID se ubica todavía en países desarrollados y sólo aproximadamente 10% en paí-

Cuadro 16. *Distribución geográfica de afiliados extranjeros en ID, 2004.*

Región/economía		Número
Total mundial		2 584
Países desarrollados, de los cuales:		2 185
	Europa Occidental	1 387
	Estados Unidos	552
	Japón	29
Países en desarrollo, de los cuales:		264
	África	4
	América Latina y el Caribe	40
	Asia	216
	Sur, Este y Sureste asiático	207

Fuente: UNCTAD, elaborado a partir de la base de datos de Dun y Bradstreet, en *Who owns whom (Quién pertenece a quién)*.

ses en desarrollo, de los cuales 8% se ubica en países asiáticos. Observemos que, también en este caso, las cifras de crecimiento pueden ser impresionantes, pero los niveles no lo son.

Asimismo hay evidencia de que, hasta hace poco tiempo, las instalaciones de ID ubicadas en el extranjero fueron las principales responsables de adaptar los productos existentes a las necesidades y gustos locales, mientras que las actividades más fundamentales y estratégicas en ID se mantuvieron dentro de los países de origen (Pearce, 1989). Los “laboratorios de apoyo” (según la definición de Pearce, 1999) son solamente responsables de las transferencias de tecnología de corto plazo, y facilitan la asimilación de tecnologías a los afiliados locales. Las metas de largo plazo se pueden alcanzar únicamente si las multinacionales pasan de los “laboratorios de apoyo” a “laboratorios localmente integrados”, e incluso a “laboratorios internacionales independientes”.

Los datos se basan en una muestra de 2 284 filiales; la mayor parte de ellas (identificadas en la base de datos) es de propiedad extranjera y participan en cualquiera de las siguientes actividades:

- Investigación comercial, física y educativa (código SIC 8731)
- Investigación en economía comercial y biológica (código SIC 8732)
- Investigación no comercial (código SIC 8733)
- Laboratorios de ensayo (código SIC 8734)

VII. ALGUNAS OBSERVACIONES FINALES E IMPLICACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE POLÍTICAS

Hemos conducido al lector a lo largo de un extenso itinerario basado en una interpretación evolutiva de las pautas de cambio tecnológico y sus relaciones (estrechas) con el desarrollo económico. Hemos argumentado que los modos y el ritmo de dicha dinámica conjunta están sumamente influidos por el surgimiento (relativamente raro) de nuevos paradigmas o regímenes tecnoeconómicos, impulsados por grupos de microparadigmas tecnológicos omnipresentes (los cuales, en la mayor parte de la bibliografía de origen estadunidense subsiguiente a Freeman y Pérez (1988), así como en contribuciones afines, se conocen como “tecnologías de propósito general” (*cf.* Bresnahan y Trajtenberg, 1995)).

Las tecnologías basadas en las TIC son las impulsoras de uno de esos cambios en los regímenes tecnoeconómicos, el cual, como ya hemos señalado, en general está todavía en una etapa incipiente de difusión particularmente respecto a los países en desarrollo. En relación con esto, el nuevo paradigma tecnoeconómico representa una oportunidad a la vez que una amenaza para los países en desarrollo. Sin duda es verdad que la omnipresencia de las nuevas tecnologías hace de su adopción una necesidad de desarrollo, independientemente de las pautas precisas de “ventaja comparativa”. Desde una perspectiva histórica, de manera más pronunciada los países que han logrado dar alcance a los líderes tecnológicos lo consiguieron dominando la tecnología surgida a partir del paradigma tecnoeconómico dominante (véase también la discusión en Freeman, 1995). Ese ha sido el caso de Inglaterra con el motor de vapor, de Alemania y los Estados Unidos con los productos químicos y la producción masiva fordista, de Japón y Corea con los productos electrónicos y, más recientemente, de China e India con los productos y servicios basados en las TIC. Así, el que los rezagados se actualicen en tecnología depende decisivamente de si alcanzan la frontera de los adelantos tecnológicos provenientes del paradigma tecnoeconómico dominante.

Considerado lo anterior, nos gustaría ofrecer unas cuantas reflexiones acerca de una posible ruta de desarrollo basada en las TIC.

Primera, el acceso a los recursos naturales y su utilización es una cuestión que no se relaciona en absoluto con la necesidad de la difusión de largo plazo de las TIC. Las ventajas naturales nunca han constituido una razón suficiente para que un país o región se aproxime. En cambio, las ventajas creadas han sido la fuente de ventajas continuas (para una perspectiva histórica, véase Freeman, 2002).

Segunda, para los países en desarrollo, la actualización en inversión en las TIC es decisiva, a fin de que puedan construir su “capacidad nacional de absorción”, como respecto al conocimiento generado en el extranjero (Bell y Pa- vitt, 1993). En tanto los rezagados tienen el potencial para alcanzar las tasas más altas de crecimiento, el potencial puede ser explotado únicamente si las empresas locales son capaces de reconocer, explotar e internalizar el conocimiento subyacente a las nuevas tecnologías. La infraestructura en TIC desempeña un papel decisivo en este último proceso.

Tercera, los países en desarrollo necesitan fomentar sus organizaciones corporativas con capacidad de explotar las oportunidades asociadas con las TIC. La función de esta clase de políticas gubernamentales para la aproximación en general ya ha sido subrayada en el trabajo de economistas institucionales como Amsden (1989).

La evidencia muestra de manera persuasiva que el régimen tecnoeconómico basado en las TIC está surgiendo bajo la “economía política” de la globalización de intercambios económicos internacionales, pero no de la globalización de las capacidades tecnológicas, hasta ahora. Al mismo tiempo, en el mundo globalizado, los sistemas de innovación, locales y nacionales, están jugando un papel más relevante. Como argumentó Freeman (1995):

los sistemas de innovación nacionales y regionales siguen siendo un campo de acción esencial del análisis económico. Su importancia deriva de las redes de relaciones, necesarias para que cualquier empresa innove. Mientras que las conexiones internacionales externas son indudablemente de importancia creciente, la influencia del sistema nacional de educación, las relaciones industriales, las instituciones técnicas y científicas, las políticas gubernamentales, las tradiciones culturales y muchas otras instituciones nacionales, son fundamentales.

[*Op. cit.* p. 5.]

En su trabajo sobre las ventajas competitivas de los países, Porter (1990) también hizo énfasis en este punto.

De manera más general, mientras parece que no hay recetas invariables para logar un crecimiento económico exitoso, es posible no obstante identificar ciertos ingredientes en la elaboración de políticas y procesos fundamentales, derivados del pasado pero asimismo válidos para el futuro (para una discusión más amplia, véase Dosi, Freeman y Fabián, 1994, y Cimoli, Dosi, Nelson y Stiglitz, 2006).

Primero, la elaboración de políticas encaminadas al incremento de las oportunidades para la innovación científica y tecnológica ha comenzado por asegurar, en su mayor parte, una expansión rápida de la cantidad de ingenieros calificados y, de manera más general, procura fortalecer la educación certificada (véase, por ejemplo, la evidencia en Lazonick, 2007). Políticas más generales de educación y capacitación son de utilidad para establecer la distribución social del aprendizaje y las capacidades tecnológicas. Junto con el fortalecimiento del sistema nacional de educación, también desempeña una función clave el desarrollo de instituciones técnicas y científicas vinculadas gradualmente al sector privado. También se ha hecho hincapié en la “concordancia” entre ciencia, tecnología, cultura y actividades empresariales como “subsistemas” dentro de los sistemas nacionales de innovación (Freeman, 2002).

Segundo: la mayoría de los casos de éxito exhiben también esfuerzos muy elaborados en la creación de políticas, encaminados a fomentar el aprendizaje tecnológico y a penalizar los comportamientos de búsqueda de ganancias, incluso bajo regímenes de protección parcial del mercado interno: en este punto, la adopción de medidas de incentivos que favorezcan las estrategias orientadas a la exportación es una condición de la mayor importancia. En general, las medidas de apoyo a la industria, por ejemplo, las que afectan a la estructura de propiedad de las empresas, o bien dirigidas a los “líderes nacionales”, muestran ser herramientas muy eficaces para impulsar actividades tecnológicas en el nivel de las empresas. Esto tiene que combinarse con mecanismos de selección, cuidadosamente elegidos, que influyen en la competencia, la entrada y la quiebra, la regulación de precios y la asignación financiera. Como un *trade off* general, el fomento de la capacitación debe de combinatoriarse con mecanismos que moderen las inercias y la búsqueda de ganancias.

Tercero, las pautas de distribución e interacción de la información entre actores económicos también han estado expuestas a la intervención de políticas. Se han observado “políticas económicas” y “pactos sociales” muy diversos, que exhiben, no obstante, algunas características comunes de construcción generalizada de consensos. En el caso del Lejano Oriente estas medidas se basaban aparentemente en una variedad de combinaciones entre política autoritaria, paternalismo corporativo y habilidad para distribuir holgadamente los beneficios obtenidos por el rápido crecimiento.

Cuarto, ingredientes efectivos para el incremento de la productividad en el nivel de la empresa han sido: altas tasas de inversión física e intangible, y la integración progresiva del diseño de la producción, la comercialización y las actividades de investigación.

Quinto: en términos de pautas de especialización internacional, los casos de éxito han mostrado insumos de la producción y el comercio cada vez más centrados en tecnologías y productos que ofrecen plenas oportunidades innovadoras y una alta elasticidad de ingreso.

La experiencia histórica muestra gran variedad de combinaciones específicas, de países y sectores, entre los tipos antedichos de políticas, destacando también los *trade offs* sutiles que discutimos anteriormente. Es particularmente reveladora la comparación entre la experiencia de los países del Este asiático y la de los países de América Latina. Dentro de un dedal, Corea del Sur —al igual que otras economías del Lejano Oriente— ha podido dar una vuelta repentina a los precios absolutos y relativos y canalizar los recursos derivados de las ventajas comparativas “estáticas” hacia el desarrollo de actividades caracterizadas por oportunidades más plenas de aprendizaje y más alta elasticidad de demanda (Amsden, 1988). Y lo consiguieron con métodos que penalizaban a las empresas privadas dedicadas a la búsqueda de ganancias. De hecho, los principales actores en aprendizaje tecnológico han sido los grandes grupos empresariales —los *chaebols* [conglomerados empresariales de modelo sudcoreano]— quienes en una etapa de desarrollo muy incipiente fueron capaces de internalizar habilidades para la selección de tecnologías adquiridas en el extranjero, emplearlas de manera eficiente y luego adaptarlas y, no mucho más tarde, fomentar impresionantes capacidades de ingeniería (Kim, 1993).

Este proceso ha sido apoyado, además, por una serie de instituciones y redes para mejorar los recursos humanos. Lo anterior contrasta gravemente con la experiencia latinoamericana, donde el acuerdo entre el Estado y el sector privado ha sido a menudo más indulgente con la ineficiencia y la acumulación de rentas, y menos atento a la acumulación de capacidades y destrezas tecnológicas socialmente difundidas. Por tanto, el éxito o el fracaso parecen depender, en última instancia, de las combinaciones de distintos acuerdos y políticas institucionales, en la medida en que, por un lado, afectan los procesos de aprendizaje de los individuos y las organizaciones y, por el otro, los procesos de selección, incluyendo, desde luego, la competencia de mercado. Un razonamiento similar se aplica a las oportunidades y amenazas que ofrecen las TIC. La elaboración de políticas necesita equilibrar cuidadosamente estos *trade off* y complementariedades para promover una ruta virtuosa de crecimiento basado en las TIC en los países en desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIMU (2001), *Rapporto di settore 2001*, Associazione Costruttori Italiani Macchine Utensili, Robot e Automazione.
- Amsden, A. H. (1989), *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. Oxford, Oxford University Press.
- Arcangeli, F., G. Dosi, y Moggi (1991), "Patterns of diffusion of electronics technologies: An international comparison with special reference to the Italian case", *Research Policy*, núm. 20, pp. 515-529.
- Archibugi, D., J. Howells, y J. Michie (2001), *Innovation Policy in a Global Economy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- , y Pietrobelli (2003), "The globalisation of technology and its implications for developing countries. Windows of opportunity or further burden?", *Technological Forecasting and Social Change*, núm. 70, pp. 861-883.
- Bartelsman, E. J., y M. Doms (2000), "Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata", *Journal of Economic Literature*, núm. 38, Vol. 3, pp. 569-594.
- Bassanini, A., y S. Scarpetta (2002), "Growth, technological change, and ICT diffusion: recent evidence from OECD countries", *Oxford Review of Economic Policy*, núm. 18, pp. 324-344.
- Baumol, W. (1967), "Macroeconomics of Unbalanced Growth: the Anatomy of an Urban Crisis", *American Economic Review*, núm. 57, pp. 415-426.
- Bell, M., y K. Pavitt (1993), "Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 2, pp. 157-210.
- Berger, S., y R. Dore, (1996), *National Diversity and Global Capitalism*, Ithaca y Londres, Cornell University Press.
- Bordo, M. D., A. M. Taylor, y J. G. Williamson (comps.) (2003), *Globalization in Historical Perspective*, Chicago y Londres, University of Chicago Press.
- Bourguignon, F., V. Levin, y D. Rosenblatt (2004), "Declining International Inequality and Economic Divergence: Reviewing the Evidence through Different Lenses", *Economie Internationale*, núm. 100, pp. 13-15.
- Bresnahan, T., y M. Trajtenberg (1995), "General purpose technologies: Engines of Growth", *Journal of Econometrics*, núm. 65, pp. 83-108.
- Brynjolfsson, E., y L. M. Hitt (1995), "Information technology as a factor of production: the role of differences among firms", *Economics of Innovation and New Technology*, núm. 3, Vol. 4, pp. 183-200.

- Brynjolfsson, E., A. Renshaw, y M. van Alstyne (1997), "The Matrix of Change", *Sloan Management Review*, invierno, pp. 37-54.
- _____, y L. M. Hitt (2000), "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", *The Journal of Economic Perspectives*, núm. 14, Vol. 4, pp. 23-48.
- _____, y _____ (2002), "Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence", *Quarterly Journal of Economics*, febrero, pp. 339-376.
- Cantwell, J. (1992), "The Internationalization of Technological Activity and its Implications for Competitiveness", en O. Granstrand, L. Hakanson, y S. Sjolander (comps.), *Technology, Management and International Business*, Chichester y Nueva York, Wiley.
- _____, y O. Janne (1999), "Technological globalization and innovative centres: The role of corporate technological leadership and locational hierarchy", *Research Policy*, núm. 28, pp. 119-144.
- Castaldi, C., M. Cimoli, N. Correa, y G. Dosi (2004), "Technological Learning, Policy Regimes and Growth in a 'Globalized Economy': General Patterns and the Latin American Experience", Documento de Trabajo, enero, Escuela de Estudios Avanzados Sant'Anna, Pisa, Italia, de próxima aparición en Cimoli, M., G. Dosi, y J. Stiglitz (comps), *Industrial policies and development*, Oxford University Press.
- _____, y G. Dosi (2007), "The patterns of output growth of firms and countries: new evidence on scale invariances and specificities", *LEM Working Paper* 2004/18, Escuela de Estudios Avanzados Sant'Anna, Pisa, Italia.
- Cimoli, M., y G. Dosi (1995), "Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap", *Journal of Evolutionary Economics*, núm. 5, pp. 243-268.
- _____, _____, R. Nelson, y J. Stiglitz (2006), "Institutions and Policies Shaping Industrial Development: An Introductory Note", *LEM Working Paper*, febrero.
- Cipolla, C. M. (1965), *Guns and Sails in the Early Phase of European Expansion, 1400-1700*, Londres, Collins.
- Clark, G., y R. Feenstra (2003), "Technology in the Great Divergence", en Bordo, M. D., A. M. Taylor, y J. G. Williamson, (comps.), *Globalization in Historical Perspective*, Chicago y Londres, University of Chicago Press.
- Colecchia, A., y P. Schreyer, (2002), "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries", *Review of Economic Dynamics*, 5, pp. 408-442.

- Coriat, B. (2002), "The New Global Intellectual Property Rights Regime and its Imperial Dimension. Implications for "North/South", presentado en el seminario Nuevas Rutas de Desarrollo, organizado por BNDES, Rio de Janeiro, septiembre, núm. 12-13.
- Daveri, F. (2002), "The New Economy in Europe, 1992-2001", *Oxford Review of Economic Policy*, octubre, pp. 345-362.
- David, P. A. (1990), "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective of the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review Papers and Proceedings*, núm. 80, pp. 355-361.
- (2001), "Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past", MIT Press, en E. Brynolfsson, y B. Kahin (comps), *Understanding the Digital Economy*, Cambridge, Ma.
- DeLong, B. J. (1988), "Productivity growth, convergence and welfare", *American Economic Review*, núm. 78, pp. 1138-1154.
- Doms, M. E., T. Dunne, y K. Troske (1997), "Workers, wages and technology", *Quarterly Journal of Economics*, 112:1, pp. 253-290.
- Dosi, G. (1982), "Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, núm. 11, Vol. 3, pp. 147-162.
- (1988), "Sources, procedures and microeconomic effects of innovation", *Journal of Economic Literature*, núm. 26, pp. 1120-1171.
- , C. Freeman, y S. Fabiani (1994), "The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions", *Industrial and Corporate Change*, núm. 3, pp. 1-45.
- , L. Orsenigo, y M. Sylos Labini (2003), "Technology and the Economy", en J. N., Smelser y R. Swedberg (comps), *Handbook of Economic Sociology*, 2a. ed.
- , K. Pavitt y L. Soete (1990), *The Economics of Technical Change and International Trade*, Londres, Harvester Wheatsheaf.
- Dowrick, S., y B. DeLong (2003), "Globalization and Convergence", en Bordo, M. D., A. M., Taylor, y J. G. Williamson (comps.), *Globalization in Historical Perspective*, Chicago y Londres, University of Chicago Press.
- Draca, M., R. Sadun, y J. van Reenen (2007), "Productivity and ICT: A review of the evidence", en Mansell *et al.* (comp.).
- Dunning, J. H. (1993), "Multinational Enterprises and the Global Economy", Addison-Wesley.

- Durlauf, S. N., y P. A. Johnson (1992), "Local *versus* global convergence across national economies", *NBER Working Paper*, núm. 3996.
- , y D. Quah (1998), *The new empirics of economic growth*, School of Economics, Center for Economic Performance, *Discussion Paper*, núm. 384, Londres.
- Easterly, W., R. King, R. Levine, y S. Rebelo (1992), *How do national policies affect long-run growth? A research agenda*, Banco Mundial, documento de discusión.
- Fagerberg, J. (1988), "Why growth rates differ", en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, y L. Soete, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publisher, Londres.
- Foster, L., J. Haltiwanger, y C. J. Krizan (2002), "The Link between Aggregate and Micro Productivity Growth: Evidence from Retail Trade", *NBER Working Paper*, 9120.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Londres, Francis Pinter.
- (1995), "The National System of Innovation in Historical Perspective", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, pp. 5-24.
- (2001), "A hard landing for the 'New Economy'? Information technology and the United States national system of innovation", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 12, pp. 115-139.
- (2002), "Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 191-211.
- , y C. Pérez (1988), "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behavior", en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, y L. Soete (comps.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter.
- GGDC (2006), "Total Economy Database", <http://www.ggdc.net>, Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen.
- Greenan, N., J. Mairesse, y A. Topiol-Bensaid (2001), "Information Technology and Research and Development Impact on Productivity and Skills: Looking for Correlations on French Firm Level Data", en Pohjola, M. (comp.), *Information Technology Productivity and Economic Growth*, Oxford, Oxford University Press, pp. 119-148.
- Greenstein, S., y J. Prince (2007), "Internet diffusion and the geography of the digital divide in the United States", en Mansell *et al.* (comps.).
- Gordon, R. J. (2003), "Hi-tech innovation and productivity growth: does supply create its own demand?", *NBER Working Paper*, 9437.
- Hollingsworth, R., y R. Boyer (comps.) (1997), *Contemporary Capitalism: The Embeddedness of Institutions*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ITU (2003), *Telecommunication indicators*, International Telecommunication Union.

- Kim, L. (1993), “National system of industrial innovation: dynamics of capability building in Korea”, en R. Nelson (comps.), *National Innovation Systems*, Oxford, Oxford University Press.
- Laursen, K. (2000), *Trade Specialisation, Technology and Economic Growth: Theory and Evidence from Advanced Countries*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido.
- Lazonick, W. (2007) “Globalization of the ICT force”, en Mansell *et al.* (eds.).
- Lundvall, B. A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter Publisher.
- Maddison, A. (2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, París, OCDE.
- Mansell, R., C. Avgerou, D. Quah, y R. Silverstone (2007), *The Oxford Handbook of Information and Communication Technologies*, Oxford University Press.
- Melchior, A., y K. Telle (2001), “Convergence and marginalization”, *Forum for Development Studies*, núm. 28, pp.75-98.
- (2001), *Technology, Trade and Growth in OECD Countries*, London, Nueva York, Routledge.
- Milgrom, P. R., D. C. North, y B. R. Weingast (1990), “The Role of Institutions in the Revival of Trade: the Law Merchant, Private Judges, and the Champagne Fairs”, *Economics and Politics*, núm. 2, pp. 1-23.
- OCDE (2002), *Measuring the Information Economy*, París.
- (2003), *International Trade and Competitiveness Indicators*, 2a. ed., París.
- (2004), *The economic impact of ICT*, París.
- (2005 a), *Economic Outlook*, 2a. ed., París.
- (2005 b), *Main Science and Technology Indicators 2005/2*, París.
- (2006), *Information Technology Outlook*, París.
- Oliner, y Sichel (2000), “The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?”, *Journal of Economic Perspectives*, núm.14, pp. 3-22.
- ONU (2001), *Human Development Report*, Naciones Unidas.
- Pasinetti, L. (1981), *Structural Change and Economic Growth: A Theoretical Essay on the Dynamics of the Wealth of Nations*, Cambridge, Press Cambridge University.
- Patel, P., y K. Pavitt (1994), “(Uneven and divergent) technological accumulation among advanced countries: evidence and a framework of explanation”, *Industrial and Corporate Change*, núm. 3, pp. 759-787.
- , y — (1997), “The technological competencies of world’s largest firms: complex and path-dependent, but not much variety”, *Research Policy*, núm. 26, pp. 141-56.
- Pavitt, K., y L. Soete (1981), “International differences in economic growth and the international location of innovation, en Giersch, H., (comp.), *Emerging Technolo-*

- gies: Consequences for Economic Growth, Structural Change and Unemployment, JCB Mohr, Tübingen.
- Pearce, R. D. (1989), *The Internationalisation of Research and Development by Multinational Enterprises*, Londres, Macmillan.
- (1999), “Decentralized R&D and strategic competitiveness: Globalised approaches to generation and use of technology in multinational enterprises”, *Research Policy*, núm. 28, pp. 157-178.
- Pérez, C. (1985), “Micro-electronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries”, *World Development*, Vol. 13, núm. 3, pp. 441-463.
- (2002), *Technological Revolutions and Financial Capital*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido.
- Pilat, D. (2004), “The ICT productivity paradox: insights from micro-data”, *Economic Studies*, OCDE, núm. 38, 2004/1.
- Porter, M. (1990), “The Competitive Advantage of Nations”, *Free Press*, Nueva York, Macmillan.
- Quah, D. (1996), “Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics”, *Economic Journal*, núm. 106, pp. 1045-1055.
- , (1997), “Empirics for growth and distribution: stratification, polarization and convergence clubs”, *Journal of Economic Growth*, núm. 2, pp. 27-59.
- Ricyt (2000), “El estado de la ciencia: Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos”, Buenos Aires.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press.
- , L. E. Birdzell Jr. (1987), *How the West Grew Rich*, Nueva York, Ed. Basic Books.
- Schumpeter, J. A. (1939), *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Nueva York, McGraw-Hill.
- Soete, L., y B. Verspagen (1993), “Technology and growth: the complex dynamics of catching up, falling behind and taking over”, en Szirmai, A., B. van Ark y D. Pilat (comps.), *Explaining Economic Growth*, Ámsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Solow, R. (1987), “We’d Better Watch Out”, *New York Times Book Review*, julio.
- UNCTAD (2006), *Information Economy Report 2006, The Development Perspective*, Naciones Unidas.
- Van Ark, B., y R. H. McGuckin (1999), “International comparisons of labor productivity and per capita income”, *Monthly Labor Review*, julio, pp. 33-41.

- Van Ark, B. (2002), “Measuring the new economy: an international comparison”, *Review of Income and Wealth*, Vol. 48, pp. 1-14.
- _____, R. Inklaar, y R. H. McGuckin (2003), “Changing gear”: productivity, ICT and service industries: Europe and the United States”, en Christensen, J. F., y P. Maskell (comps.), *The Industrial Dynamics of the New Digital Economy*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Verspagen, B. (1991), “A new empirical approach to catching up or falling behind”, *Structural Change and Economic Dynamics*, núm. 2, pp. 359-380.
- _____, (1993), *Uneven Growth between Interdependent Economies: an Evolutionary View on Technology Gaps, Trade, and Growth*, Ashgate Pub, Reino Unido, Avebury, Aldershot.
- Vincenti, W.G. (1990), *What Engineers Know and How They Know It*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, MD.